

En bref...

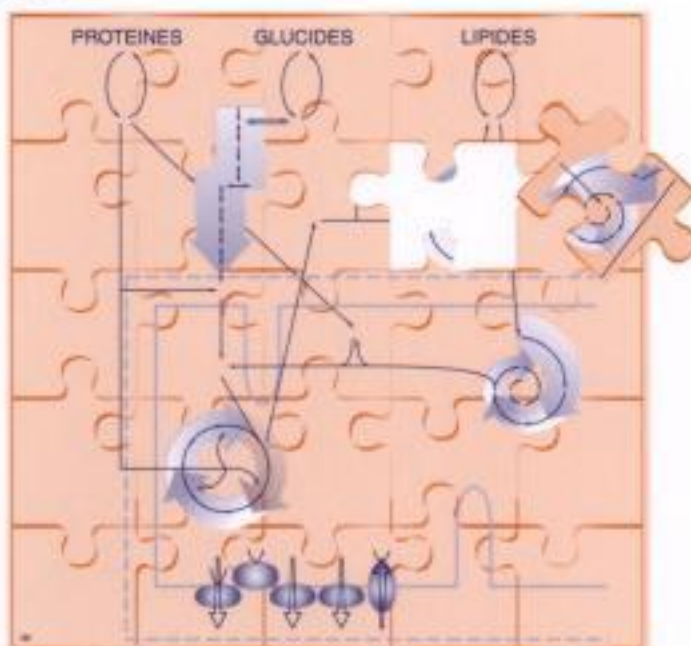
Biochimie structurale et métabolique

QCM et questions de révision

Réponses commentées et illustrées

Médecine, pharmacie, sciences

Christian Moussard
Roger Gibey
Martine Bénédicti



de boeck

coursdemedecine.blogspot.com

Biochimie structurale et métabolique

QCM et questions de révision

coursdemedecine.blogspot.com

This One



ZT32-EC9-K030

Copyrighted material

En bref...

Charles G.D. Brook, Nicholas J. Marschall

Endocrinologie.

Traduction de la 3^e édition anglaise par Georges Hennen

Martin Buysschaert

Diabétologie clinique. 2^e édition

John H. Byrne, Stanley G. Schultz

Transport membranaire et bioélectricité.

Traduction de la 2^e édition américaine par G. Brûlé et G. Czernasty.

Révision scientifique par M. Tralalon

Paul Depovere

Chimie générale, 2^e édition

Paul Depovere

Chimie organique

James D. Fix

Neuroanatomie. 2^e édition

Traduction de la 2^e édition américaine par Antoine Dhem

Gerd Herold

Médecine interne - Une approche systématique.

Traduit de l'allemand par Frédéric et Anne Marenne

Christian Moussard

Biochimie structurale et métabolique.

Médecine, pharmacie, sciences.

Christian Moussard, Roger Gibey, Martine Bénédicti

Biochimie structurale et métabolique. QCM et questions de révision

Médecine, pharmacie, sciences.

Michael Neal

Pharmacologie médicale, 2^e édition française

Traduction de la 4^e édition anglaise par Livia Giurgea

Révision scientifique par Marie-Paule Mingeot

Robert F. Schmidt

Physiologie.

Traduction de la 2^e édition allemande par Hubert Karmann et Nathalie Flacke.

Révision scientifique par Etienne Savin

Adam D. Timmis, Anthony Nathan

Cardiologie.

Traduction de la 3^e édition anglaise par René Krémer

Albert Van de Vorst

Mécanophysique - Synthèse des formules et des lois essentielles de la physique

Robert H. Whitaker, Neil R. Borley

Anatomie - Angéiologie - Nerfs crâniens et nerfs rachidiens - Organigrammes généraux/rappels osseux, articulaires et musculaires

Traduction de la 2^e édition américaine par François Beauthier, Jean-Pol Beauthier et Philippe Lefèvre

En bref...

Biochimie structurale et métabolique

QCM et questions de révision

Réponses commentées et illustrées

Médecine, pharmacie, sciences

Christian Moussard

Roger Gibey

Martine Bénédicti



de boeck

Copyrighted material

Figures conçues et réalisées par Christian Moussard.

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web : www.deboeck.com

© De Boeck & Larcier s.a., 2002
Éditions De Boeck Université
Rue des Minimes 39, B-1000 Bruxelles

1^{re} édition
2^e tirage 2005

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

Imprimé en Belgique

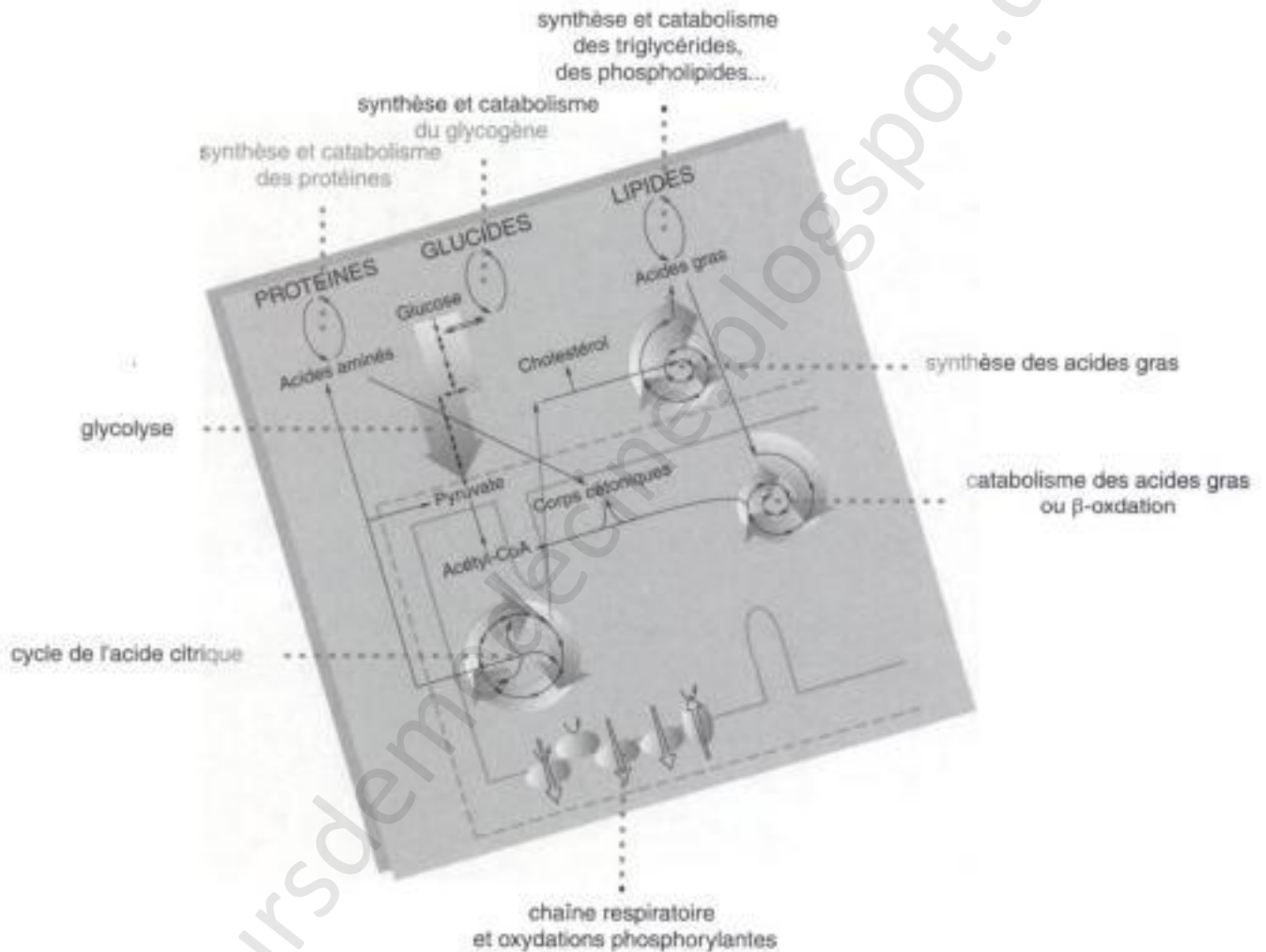
Dépôt légal :
Bibliothèque Nationale, Paris: septembre 2002
Bibliothèque Royale Albert 1^{er}, Bruxelles: 2002/0074/258

ISSN 1373-0185
ISBN 2-8041-4124-1

coursdemedecine.blogspot.com

*nobis
et amicis*

LA CARTE METABOLIQUE les " grands axes "



Les métabolites, comme le pyruvate, qui disposent d'un transporteur transmembranaire spécifique, sont représentés " à cheval " sur la double membrane mitochondriale.

SOMMAIRE

I	LES PROTEINES
1	LES ACIDES AMINÉS : STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS
2	LES PROTÉINES : STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS
II	LA REACTION BIOCHIMIQUE
3	BIOÉNERGÉTIQUE
4	LES ENZYMES
5	LES COENZYMES
III	LES GLUCIDES
6	LES GLUCIDES : STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS
7	LE MÉTABOLISME DU GLYCOGÈNE
8	LA GLYCOLYSE
9	LA NÉOGLUCOGÉNÈSE
10	LA VOIE DES PENTOSE PHOSPHATE
11	LE CYCLE DE CALVIN
IV	LES LIPIDES
12	LES LIPIDES : STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS
13	LE MÉTABOLISME DES ACIDES GRAS
14	LE MÉTABOLISME DES CORPS CÉTONIQUES
15	LE MÉTABOLISME DES TRIGLYCÉRIDES
16	LE MÉTABOLISME DES PHOSPHOLIPIDES
17	LE MÉTABOLISME DU CHOLESTÉROL
18	LES LIPOPROTÉINES
V	ENERGETIQUE CELLULAIRE
19	LE CYCLE DE L'ACIDE CITRIQUE
20	CHAÎNE RESPIRATOIRE ET OXYDATIONS PHOSPHORYLANTES
21	LA PHOTOSYNTÈSE (PHASE LUMINEUSE)
VI	LES ACIDES AMINÉS
22	LE MÉTABOLISME DES ACIDES AMINÉS : GÉNÉRALITÉS
23	LE CATABOLISME DE L'AZOTE DES ACIDES AMINÉS
24	LE CATABOLISME DU RADICAL CARBONÉ DES ACIDES AMINÉS
25	LA SYNTHÈSE DES ACIDES AMINÉS
26	LES ACIDES AMINÉS PRÉCURSEURS DE MOLÉCULES D'INTÉRÊT BIOLOGIQUE
VII	LES HÉTÉROCYCLES
27	LES NUCLÉOTIDES
28	L'HÈME
VIII	ANNEXE
29	RÉGULATIONS MÉTABOLIQUES

coursdemedecine.blogspot.com

1 LES ACIDES AMINES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ REPONSES page 55)

1. Définitions et importance biologique

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Tous les acides aminés sont des molécules qui possèdent, portées par un même atome de carbone, une fonction acide carboxylique et une fonction amine primaire.
- ☐ 2 Il existe 20 acides aminés différents.
- ☐ 3 Certains acides aminés peuvent être des substrats énergétiques.
- ☐ 4 Certains acides aminés sont des neurotransmetteurs.
- ☐ 5 Certains acides aminés sont des précurseurs métaboliques.

2. Classification et propriétés

A chacun des acides aminés suivants : sérine (a), thréonine (b), méthionine (c), lysine (d), proline (e), faites correspondre la (ou les) propriété(s) qui convient (conviennent) :

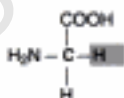
- 1 est à chaîne latérale polaire non ionisable
- 2 est à chaîne latérale polaire ionisable
- 3 est à chaîne latérale non polaire
- 4 absorbe dans l'UV
- 5 est hydroxylable
- 6 est phosphorylable
- 7 est donneur de groupement méthyle
- 8 imprime un coude à la chaîne polypeptidique
- 9 est impliqué dans l'O-glycosylation des protéines



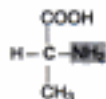
3. Les séries D et L

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La formule ci-dessous est celle du L-glycocolle :



- ☐ 2 La formule ci-dessous est celle de la D-alanine :

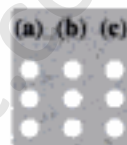


- ☐ 3 La plupart des acides aminés présents dans les protéines naturelles appartiennent à la série L.
- ☐ 4 Tous les acides aminés de la série L sont lévogyres.
- ☐ 5 Mes pieds sont chiraux.

4. Le caractère amphotère (1)

Quelle est sa forme à pH 7 de chacun des acides aminés suivants : alanine (a), aspartate (b), lysine (c) :

- 1 anion
- 2 ion mixte
- 3 cation



5. Le caractère amphotère (2)

A quel pH doit-on ajuster une solution d'acides aminés standard pour qu'ils migrent tous vers l'anode d'une électrophorèse ?

- ☐ 1 neutre
- ☐ 2 acide
- ☐ 3 alcalin
- ☐ 4 optimal
- ☐ 5 indifférent : ils attendent la saison des grandes migrations.

6. Les principales réactions (1)

A chacun des groupements d'un acide aminé : groupement carboxyle (a), groupement aminé (b), groupement de la chaîne latérale (c), faites correspondre les réactions possibles :

- 1 amidation
- 2 décarboxylation
- 3 désamination
- 4 phosphorylation
- 4 transamination



7. Les principales réactions (2)

Quels sont les composés qui résultent de la décarboxylation d'acides aminés ?

- ☐ 1 l'ornithine
- ☐ 2 l'histamine
- ☐ 3 la β-alanine
- ☐ 4 l'éthanolamine
- ☐ 5 la citrulline

2 LES PROTEINES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ REPONSES page 56)

1. Importance biologique

Protection
Régulation
mOuvement
Transport
Energie
Influx Nerveux
Enzymes
Structure

Le moyen mnémotechnique ci-dessus qui permet de se rappeler les rôles biologiques multiples des protéines est :

- ☐ 1 un acrostiche
- ☐ 2 un acronyme
- ☐ 3 un acrosome
- ☐ 4 un acromion
- ☐ 5 un acrobate

2. Classification

Faites correspondre aux protéines globulaires (a) et fibreuses (b) la (ou les) caractéristique(s) qui convient (conviennent) :

- 1 rapport axial inférieur à 10
- 2 insolubles dans l'eau
- 3 comprennent les enzymes
- 4 holoprotéines en majorité
- 5 hétéroprotéines en majorité



3. Liaison peptidique et structure primaire

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La liaison peptidique unit 2 peptides.
- ☐ 2 La liaison peptidique est la seule liaison covalente impliquée dans la structure I^{aire} des protéines.
- ☐ 3 La liaison peptidique est souple, ce qui permet l'enroulement de la chaîne d'acides aminés sur elle-même.

- ☐ 4 La liaison peptidique a été décrite pour la première fois par Choderlos de Laclos dans *Les liaisons dangereuses*.
- ☐ 5 La structure I^{aire} d'une protéine est caractérisée uniquement par la nature des acides aminés qui la composent.

4. Les structures supérieures

A chacune des structures supérieures d'une protéine globulaire : II^{aire} (a), III^{aire} (b) et IV^{aire} (c), faites correspondre la (ou les) propriété(s) qui convient (conviennent) :

- 1 est stabilisée par des liaisons H entre les CO et NH peptidiques
- 2 est stabilisée par des liaisons non covalentes entre les chaînes latérales des acides aminés
- 3 est stabilisée par des liaisons disulfure
- 4 est toujours présente



5. Les structures secondaires

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Toutes les protéines peuvent avoir plusieurs structures II^{aires} différentes.
- ☐ 2 L'hélice α est une hélice droite parce qu'elle dévie le plan de polarisation de la lumière polarisée vers la droite.
- ☐ 3 Le feuillet plissé β n'est présent que dans les protéines fibreuses.
- ☐ 4 Le coude β n'est présent que dans les protéines globulaires.
- ☐ 5 Une structure super-secondaire est une structure II^{aire} de grande taille.
- ☐ 6 Le "doigt de zinc" est l'unité de mesure internationale du Kir.

6. La structure tertiaire

Au sein de la structure III^{aire} des protéines, les chaînes latérales des acides aminés contractent des liaisons entre elles. A chacun des acides aminés suivants : asparagine (a), glutamate (b) et leucine (c), faites correspondre la (ou les) liaisons(s) qui convient (conviennent) :

- 1 liaison hydrogène
- 2 liaison ionique
- 3 liaison hydrophobe
- 4 liaison de van der Waals



7. La structure quaternaire

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Une protéine oligomérique possédant 4 sous-unités est un térapeptide.
- ☐ 2 La structure IV^{aire} définit la zone interne hydrophobe d'un enzyme.
- ☐ 3 L'association-dissociation des sous-unités d'une protéine à structure IV^{aire} est un moyen de contrôle de l'activité de cette protéine.
- ☐ 4 L'interaction entre sous-unités d'une protéine à structure IV^{aire} permet l'effet coopératif et l'effet allostérique.
- ☐ 5 La structure IV^{aire} est apparue à la fin de l'ère du même nom.

8. Les protéines fibreuses

A chacune des protéines fibreuses suivantes : kératines (a), collagène (b), élastine (c) et fibroïne (d), faites correspondre la (ou les) propriété(s) qui convient (conviennent) :

- 1 majoritairement sous forme d'hélice α .
- 2 majoritairement sous forme de feuillet β
- 3 soluble dans l'eau
- 4 stabilisé par des ponts disulfure
- 5 stabilisé par des ponts lysine
- 6 riche en hydroxylysine et hydroxyproline
- 7 riche en glycolle

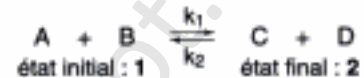


3 BIOENERGETIQUE

(→ REPONSES page 58)

1. La réaction chimique (1)

Soit la réaction réversible :



Complétez le texte qui suit :

Si k_1 est supérieur à k_2 , l'équilibre s'établira du côté de ... (a). La réaction est dite complète vers la droite si, à l'équilibre, les concentrations en ... (b) sont très supérieures à celles en ... (c). Pour que la réaction évolue spontanément vers la droite, il faut que l'énergie libre de ... (d) soit supérieure à celle de ... (e).

(a) (b) (c) (d) (e)

2. La réaction chimique (2)

Dans les conditions cellulaires, une réaction chimique *spontanée* :

- ☐ 1 a toujours lieu de façon immédiate et rapide
- ☐ 2 est thermodynamiquement possible
- ☐ 3 est exergonique
- ☐ 4 a une ΔG toujours négative
- ☐ 5 a une ΔG° toujours négative

3. La variation d'énergie libre standard ΔG°

1 0 atm	5 273	9 est
2 1 atm	6 298	10 n'est pas
3 1 mM	7 0	11 permet
4 1 M	8 7	12 ne permet pas

Mettez les mots et valeurs justes à leur juste place dans le texte qui suit :

La variation d'énergie libre standard ΔG° est définie dans les conditions suivantes : pression de ... (a), température de ...°K (b), concentrations initiales des substrats et produits de ... (c), pH égal à ... (d). La ΔG° ... (e) une constante caractéristique d'une réaction donnée. Elle ... (f) de prédire le sens d'une réaction dans les conditions cellulaires.

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

4. Variation d'énergie libre et variation d'énergie libre standard

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La constante d'équilibre d'une réaction permet de calculer sa ΔG° .
- ☐ 2 Connaissant la ΔG° et les concentrations initiales des substrats et produits, on peut calculer la ΔG et prédire le sens de la réaction.
- ☐ 3 Une réaction dont la ΔG° est positive peut avoir lieu dans certaines conditions de concentration des substrats et produits.
- ☐ 4 Une réaction est d'autant plus réversible que sa ΔG° est plus proche de zéro.
- ☐ 5 Une réaction de ΔG° positive est possible si elle est couplée à une réaction de ΔG° négative.

5. Energie libre d'activation $\Delta G^{\#}$

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'énergie libre d'activation est égale à la différence d'énergie libre entre l'état initial et l'état final.
- ☐ 2 L'énergie libre d'activation est égale à la différence d'énergie libre entre l'état initial et l'état de transition.
- ☐ 3 L'énergie libre d'activation $\Delta G^{\#}$ d'une réaction est proportionnelle à ΔG .
- ☐ 4 La vitesse d'une réaction est inversement proportionnelle à $\Delta G^{\#}$.
- ☐ 5 La $\Delta G^{\#}$ est diminuée au cours d'une réaction enzymatique.

6. Energie libre d'activation et potentiel redox

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

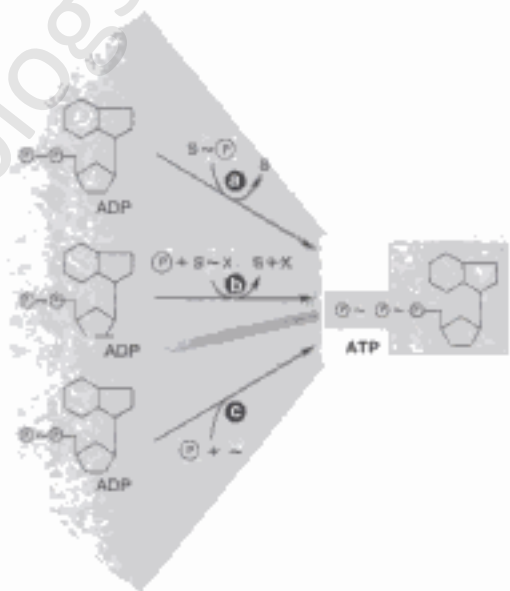
- ☐ 1 Une réaction d'oxydoréduction met en jeu un couple redox.
- ☐ 2 Dans une réaction d'oxydoréduction, les électrons sont transférés du couple redox le plus réducteur vers le couple redox le plus oxydant.
- ☐ 3 Dans une réaction d'oxydoréduction, les électrons sont transférés du couple redox de potentiel redox E° le plus faible vers le couple redox de E° le plus fort.
- ☐ 4 Le potentiel redox E° du couple redox de référence $2H^+/H_2$ est égal à 0.
- ☐ 5 Connaissant les potentiels redox, on peut calculer la ΔG° ou la ΔG d'une réaction d'oxydo-réduction et en prédire le sens.

7. L'ATP (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'ATP possède 3 liaisons riches en énergie, c'est-à-dire à haut potentiel d'hydrolyse.
- ☐ 2 Au pH physiologique, l'ATP porte 4 charges négatives dont 2 sont neutralisées par Mg^{2+} .
- ☐ 3 L'ATP est riche en énergie parce que sa molécule est instable et que ses produits (ADP et phosphate) sont stables.
- ☐ 4 L'ATP joue un rôle central dans l'énergétique cellulaire parce que c'est la molécule la plus riche en énergie.
- ☐ 5 Le couplage d'une réaction endergonique à une réaction d'hydrolyse de l'ATP suppose qu'un seul enzyme catalyse la réaction couplée.

8. L'ATP (2)



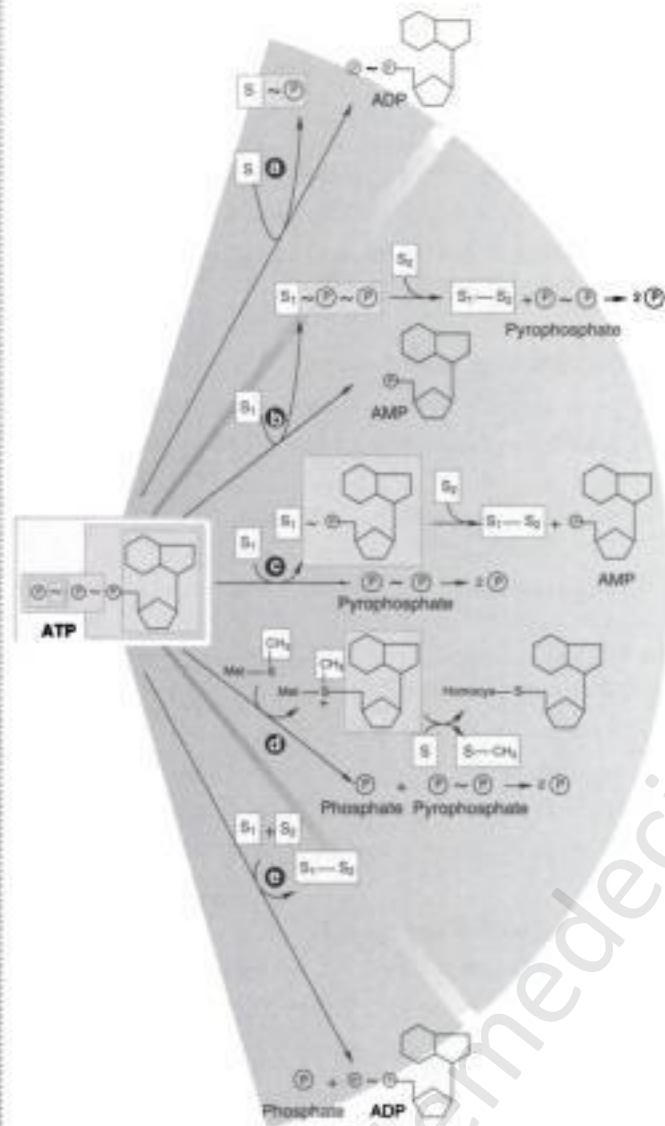
Les réactions de synthèse de l'ATP se font selon des modes différents (a, b et c). Identifiez-les (1 ou 2 réponses justes).

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1 adénosylation | 5 phosphorylation liée au substrat |
| 2 adénylation | 6 photophosphorylation |
| 3 oxydations phosphorylantes | 7 pyrophosphorylation |
| 4 phosphorylation d'un substrat | 8 simple transfert d'énergie |

(a) (b) (c)



9. L'ATP (3)



Les réactions d'utilisation de l'ATP se font selon des modes différents (a, b, c, d et e). Identifiez-les.

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1 adénylation | 5 phosphorylation |
| 2 adénylation | 6 liée au substrat |
| 3 oxydations phosphorylantes | 7 photophosphorylation |
| 4 phosphorylation d'un substrat | 8 pyrophosphorylation |
| | 9 simple transfert d'énergie |

(a) (b) (c) (d) (e)

4 LES ENZYMES

(→ REPONSES page 59)

1. Définition et propriétés

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Tous les enzymes sont des protéines.
- ☐ 2 Les enzymes augmentent les vitesses d'une réaction réversible sans modifier la constante d'équilibre.
- ☐ 3 Les enzymes augmentent l'énergie libre d'activation d'une réaction.
- ☐ 4 Les enzymes se retrouvent plus ou moins intacts à la fin de la réaction.
- ☐ 5 Pour une même réaction, les isoenzymes diffèrent d'un tissu à l'autre.

2. La cinétique enzymatique (1)

Soit la réaction enzymatique :



L'équation de Michaelis-Menten est :

$$v_i = \frac{V_{\max}[S]}{K_M + [S]}$$

A chacun des paramètres suivants : v_i (a), V_{\max} (b), $[S]$ (c) et K_M (d), faites correspondre la (ou les) propriété(s) qui convient (conviennent) :

- | | |
|--|-----------------|
| 1 est une concentration | (a) (b) (c) (d) |
| 2 est une vitesse initiale | |
| 3 est la constante de Moussard | |
| 4 est atteint quand toutes les molécules de E sont complexées à S | |
| 5 est atteint quand la moitié des molécules de E sont complexées à S | |
| 6 est inversement proportionnel à l'affinité de E pour S | |

3. La cinétique enzymatique (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 C'est en excès d'enzyme que l'on dose un substrat.
- ☐ 2 C'est en excès de substrat que l'on dose un enzyme.

- ☐ 3 La V_{max} est indépendante de $[E]$.
- ☐ 4 En biochimie clinique, les enzymes peuvent être utilisés comme paramètres biologiques.
- ☐ 5 Dans une séquence métabolique, l'enzyme catalysant la réaction limitante fonctionne "à plein régime".

4. Le site actif des enzymes

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1 apolaire | 5 non covalente |
| 2 catalyse | 6 polaire |
| 3 coenzyme | 7 produit |
| 4 covalente | 8 substrat |

Mettez les mots justes à leur juste place dans le texte qui suit :

Le site actif d'un enzyme est la région où se fixe(nt) le ou les ... (a) et (le cas échéant) le ... (b) et où a lieu la réaction. Il est localisé au fond d'une poche de la zone interne hydrophobe de la protéine. Les liaisons entre enzyme (au niveau des chaînes latérales, le plus souvent ... (c), des quelques acides aminés constitutifs du site actif) et substrat(s) ne sont pas de nature ... (d), même si transitoirement de telles liaisons peuvent se former au cours de la ... (e).

(a) (b) (c) (d) (e)

5. Les facteurs influençant la réaction enzymatique (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La température optimale d'un enzyme est de 37° C.
- ☐ 2 La courbe $v_i = f(t)$ est gaussienne.
- ☐ 3 Le pH optimal d'un enzyme est de 7 environ.
- ☐ 4 Le pH du milieu intervient sur l'activité de l'enzyme en modifiant l'état d'ionisation des chaînes latérales des acides aminés au niveau de la zone interne hydrophobe.
- ☐ 5 Un effecteur modifie l'activité d'un enzyme.

6. Les facteurs influençant la réaction enzymatique (2)

Les inhibiteurs réversibles sont soit compétitifs (a), soit non compétitifs (b). (Il existe aussi des inhibiteurs mixtes dont il n'est pas question ici.) Établissez les associations correctes :

- | | |
|------------------------------------|---------|
| 1 est un analogue structural de E | (a) (b) |
| 2 se fixe au site actif de E | |
| 3 augmente la K_M de E | |
| 4 ne modifie pas la K_M de E | |
| 5 diminue la V_{max} de E | |
| 6 ne modifie pas la V_{max} de E | |

(a) (b)

7. Les enzymes allostériques

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Tous les enzymes allostériques ont une structure quaternaire.
- ☐ 2 Le site actif des enzymes allostériques est appelé site allostérique.
- ☐ 3 La forme sigmoïde de la courbe $v_i = f([S])$ d'un enzyme allostérique est caractéristique du phénomène de coopérativité.
- ☐ 4 Un enzyme allostérique peut devenir michaelien.
- ☐ 5 La fixation d'un inhibiteur sur un enzyme allostérique provoque un effet hétérotrope négatif.

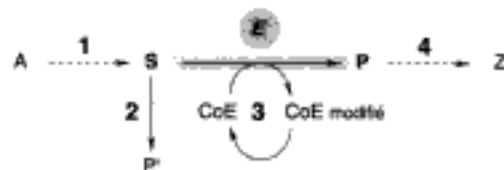
8. Classification des enzymes

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les *déhydrogénases* appartiennent à la classe des *oxydoréductases*.
- ☐ 2 Les *transférases* catalysent les réactions de transfert de molécules d'un compartiment cellulaire à un autre.
- ☐ 3 Les *hydrolases* et les *lyases* catalysent les réactions de coupure de liaison.
- ☐ 4 Les *ligases* catalysent les réactions de création de liaison avec ou sans consommation d'ATP.
- ☐ 5 *Synthétase* se dit *synthase* en anglais.
- ☐ 6 Les *isomérases* catalysent les réactions d'isomérisation.
- ☐ 7 Les *kinases* n'appartiennent pas à la classe des *ligases*.
- ☐ 8 La *cucutase* est un enzyme extrait des cucurbitacées.

9. Régulation métabolique (1)

Soit la séquence réactionnelle $A \rightarrow Z$ et la réaction limitante $S \rightarrow P$ et ses régulations possibles :



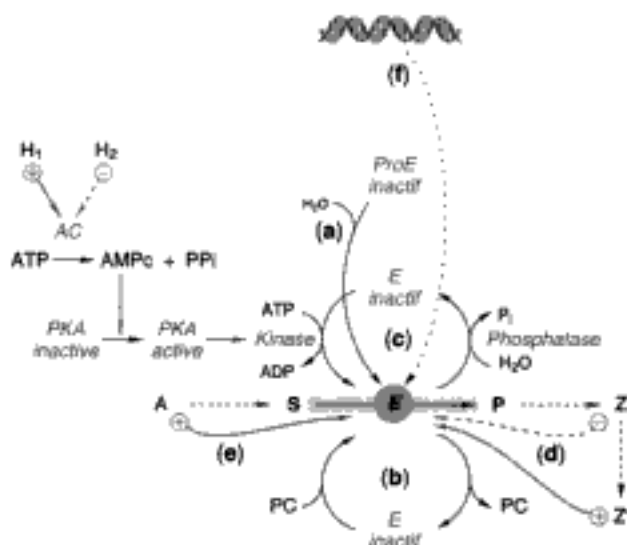
Abréviations : E, Enzyme. S, Substrat. P, Produit. CoE, Coenzyme.

Quelle(s) réaction(s) contrôle(nt) la disponibilité en substrat (a) et la disponibilité en coenzyme (b) pour E (1 ou 2 réponses) ?

(a) (b)

10. Régulation métabolique (2)

Soit la séquence réactionnelle $A \rightarrow Z$ et la réaction limitante $S \rightarrow P$ et ses régulations possibles (a, b, c, d, e et f) :



Abréviations :
E, Enzyme. ProE, Proenzyme. S, Substrat. P, Produit. H, Hormone.
AC, Adénylate Cyclase. PKA, Protéine Kinase AMPc-dépendante.
PC, Protéine de Contrôle.

Légendez le schéma comme il convient :

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 activation par phosphorylation | 4 contrôle allostérique |
| 2 activation par protéolyse limitée | 5 contrôle transcriptionnel |
| 3 activation réversible par fixation d'une protéine de contrôle | |



11. Régulation métabolique (3)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La forme phosphorylée d'un enzyme est toujours la forme active.
- ☐ 2 La phosphorylation de l'enzyme se produit sur les résidus sérine, thréonine et tyrosine.
- ☐ 3 L'inhibition allostérique par un produit "aval" d'une séquence réactionnelle est caractéristique des voies cataboliques.
- ☐ 4 Le contrôle allostérique de l'activité d'un enzyme est plus rapide que le contrôle par modification covalente.
- ☐ 5 Le contrôle transcriptionnel de la concentration d'un enzyme permet une adaptation métabolique à long terme.

5 LES COENZYMES

(→ RÉPONSES page 61)

1. Définition, propriétés et classification (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les coenzymes sont des cofacteurs indispensables à tous les enzymes.
- ☐ 2 Les coenzymes sont généralement des protéines.
- ☐ 3 Les coenzymes sont toujours liés de façon covalente à l'apoenzyme.
- ☐ 4 Les groupements prosthétiques fonctionnent dans le cadre d'une seule réaction enzymatique.
- ☐ 5 La plupart des coenzymes ne sont pas synthétisables par l'organisme humain.

2. Définition, propriétés et classification (2)

Les coenzymes peuvent être classés selon la nature de l'entité (X) qu'ils transfèrent :

- | |
|--|
| 1 transfert d'équivalent réducteur |
| 2 transfert de CO_2 |
| 3 transfert de groupement monocarboné autre que CO_2 |
| 4 transfert de groupement pluricarboné |

Que transfèrent les coenzymes suivants : biotine (a), coenzyme A (b), FAD (c), NAD (d), pyrophosphate de thiamine (e) et tétrahydrofolate (f) ?



3. Coenzymes d'oxydoréduction (1)

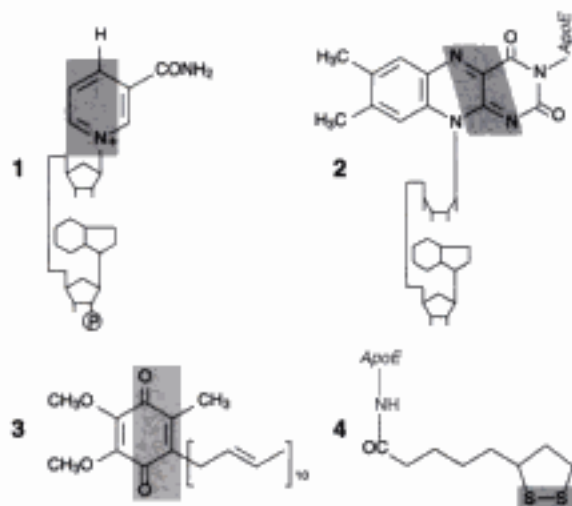
Les coenzymes d'oxydoréduction transportent des équivalents réducteurs :

- | | |
|------------------------|------------------|
| 1 1 électron | 5 1 proton |
| 2 2 électrons | 6 2 protons |
| 3 1 atome d'hydrogène | 7 1 ion hydrure |
| 4 2 atomes d'hydrogène | 8 2 ions hydrure |

Que transfèrent les coenzymes suivants : NAD (a), FAD (b), coenzyme Q (c) et cytochromes (d) ?



4. Coenzymes d'oxydoréduction (2)



Quelle est la formule de l'acide lipoïque (a), du FAD (b), du NADP (c) et du coenzyme Q (d) ?

(a) (b) (c) (d)

5. Coenzymes d'oxydoréduction (3)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

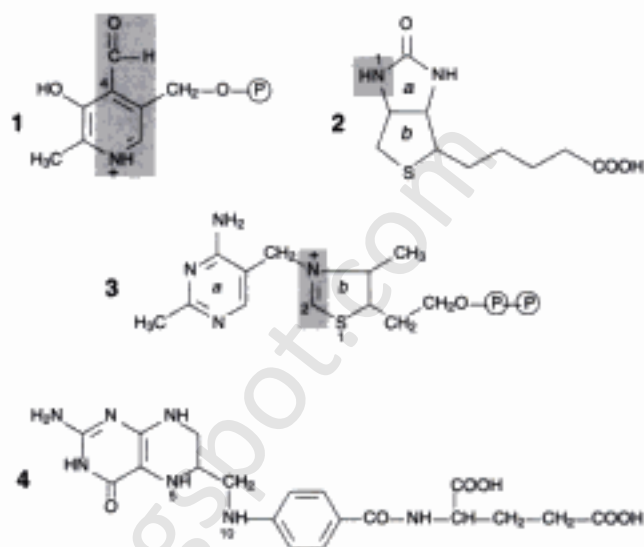
- ☐ 1 Le NADH, H^+ intervient surtout dans des réactions de réduction de l'anabolisme.
- ☐ 2 Le NADP, qui a un groupement phosphate supplémentaire sur le C-2' du ribose de l'AMP, est plus riche en énergie que le NAD.
- ☐ 3 Le NADPH, H^+ est produit par la plupart des réactions d'oxydation de l'anabolisme.
- ☐ 4 Les 2 coenzymes flaviniques sont le FAD et le FADP.
- ☐ 5 Le FAD intervient surtout dans le cadre des réactions de création de double liaison entre 2 atomes de carbone.

6. Coenzymes d'oxydoréduction (4)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'acide lipoïque participe principalement aux réactions de décarboxylation oxydative des acides α -cétoniques.
- ☐ 2 Le coenzyme Q (CoQ) est uni de façon non covalente à un enzyme infidèle.
- ☐ 3 Dans les coenzymes hémiques, la partie active est un ion Fer.
- ☐ 4 Dans les protéines à centre Fer-Soufre, la partie active est le soufre.
- ☐ 5 Les cytochromes et les protéines à centre Fer-Soufre, ainsi que le FMN, interviennent principalement dans la chaîne respiratoire mitochondriale.

7. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (1)



Quelle est la formule de la biotine (a), du phosphate de pyridoxal (b), du pyrophosphate de thiamine (c) et du tétrahydrofolate (d) ?

(a) (b) (c) (d)

8. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (2)

Ils participent aux réactions suivantes :

- 1 carboxylation
- 2 décarboxylation
- 3 transfert de groupement acyle
- 4 transfert de groupement méthyle
- 5 transfert de groupement aminé

A quelle(s) réaction(s) participe : la biotine (a), le coenzyme A (b), le phosphate de pyridoxal (c), le pyrophosphate de thiamine (d) et le tétrahydrofolate (e) (1 ou 2 réponses) ?

(a) (b) (c) (d) (e)

9. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (3)

- ☐ 1 La synthèse de carboxybiotine nécessite de l'énergie.
- ☐ 2 Les groupements monocarbonés transportés par le tétrahydrofolate proviennent surtout de la sérine et de l'histidine.
- ☐ 3 La méthylcobalamine (une vitamine B_{12}) intervient dans la réaction de transméthylation de l'homocystéine en méthionine.
- ☐ 4 La partie active du coenzyme A est un groupement acétyle.
- ☐ 5 La fixation du groupement acyle sur le coenzyme A crée une liaison riche en énergie.

6 LES GLUCIDES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ REPONSES page 62)

1. Définition

Parmi les caractéristiques structurales ou propriétés suivantes des glucides, laquelle (lesquelles) est (sont) : obligatoire(s) (a) ou facultative(s) (b) :

- 1 présence d'un groupement aldéhydique ou cétonique
- 2 présence de groupements hydroxylés
- 3 réducteur
- 4 hydrophile

(a)	(b)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Classification (1)

A chacun des monosaccharides suivants : aldotérose (a), cétohexose (b), ribose (c), heptulose (d) et aldocétose (e), faites correspondre la (ou les) caractéristique(s) qui convient (conviennent) :

- 1 présence d'un groupement aldéhydique
- 2 présence d'un groupement cétonique
- 3 à 4 carbones
- 4 à 5 carbones
- 5 à 6 carbones
- 6 à 7 carbones

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Classification (2)

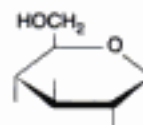
A chacune des classes de glucides suivantes : monosaccharides (a), disaccharides (b), oligosaccharides (c), homopolysaccharides (d), et hétéropolysaccharides (e), faites correspondre la (ou les) caractéristique(s) qui convient (conviennent) :

- 1 monomères
- 2 dimères (2 unités)
- 3 oligomères (3 à plusieurs unités)
- 4 polymères (très nombreuses unités)
- (pour les oligomères et les polymères :)
- 5 structure glucidique répétitive
- 6 structure glucidique non répétitive
- 7 liaison covalente à des lipides
- 8 liaison covalente à des peptides
- 9 liaison covalente à des protéines

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Les monosaccharides (1)

Soit le monosaccharide :

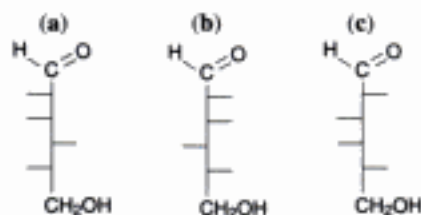


Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Cette formule est celle du D-glucofuranose.
- ☐ 2 Elle s'obtient par hémicétylation interne.
- ☐ 3 Sa configuration anomérique est β .
- ☐ 4 Un monosaccharide appartient à la série D quand il dévie le plan de polarisation de la lumière polarisée vers la droite.
- ☐ 5 La transformation de cet ose en fructose est appelée interconversion.
- ☐ 6 La transformation de cet ose en galactose est appelée épimérisation.

5. Les monosaccharides (2)

Soient les hexoses :

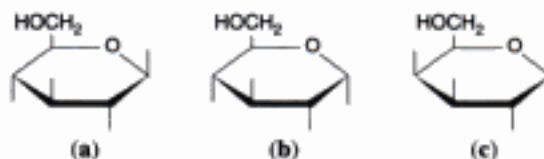


Associez à chaque couple la relation de diastéréoisomérisie qui convient :

	(a) et (b)	(b) et (c)
1 énantiomérisie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 épimérisie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Les monosaccharides (3)

Soient les hexoses :

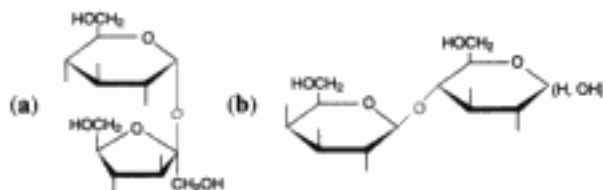


Associez à chaque couple la relation de diastéréoisomérisie qui convient :

	(a) et (b)	(b) et (c)
1 anomérisie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 épimérisie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Les disaccharides

A chacun des deux disaccharides suivants :



faites correspondre le (ou les) dénomination(s) et la propriété qui conviennent :

- 1 lactose
- 2 maltose
- 3 saccharose
- 4 Glc(α 1 \rightarrow 4)Glc
- 5 Glc(α 1 \rightarrow 2) β Fru
- 6 Gal(β 1 \rightarrow 4)Glc
- 7 non réducteur
- 8 réducteur



8. Les oligosaccharides

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ? Dans les glycoprotéines, les chaînes oligosaccharidiques :

- ☐ 1 sont quantitativement majoritaires
- ☐ 2 augmentent l'hydrosolubilité des protéines sécrétées
- ☐ 3 sont indispensables à la structure tridimensionnelle de la protéine et à sa fonction
- ☐ 4 dans la membrane cellulaire, sont tournées vers l'intérieur de la cellule
- ☐ 5 comportent très souvent du glucose
- ☐ 6 sont fixées sur la chaîne polypeptidique par des liaisons glycosidiques avec des résidus sérine, thréonine et asparagine.

9. Les polysaccharides

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Glycogène, amidon, cellulose et la chitine sont des polymères de glucose.
- ☐ 2 Le glycogène est un homopolysaccharide ramifié dont les unités de D-glucose sont unies par des liaisons O-glycosidiques intra-chaînes (α 1 \rightarrow 4) et inter-chaînes (α 1 \rightarrow 6).
- ☐ 3 Une molécule de glycogène comptant 100000 unités de glucose et un branchement tous les 10 résidus possède 10000 extrémités réductrices.
- ☐ 4 L'amylose a une structure arborescente comparable à celle du glycogène, au degré plus faible de ramification près.
- ☐ 5 La cellulase est une β -glycosidase.

10. Glycosaminoglycanes de structure

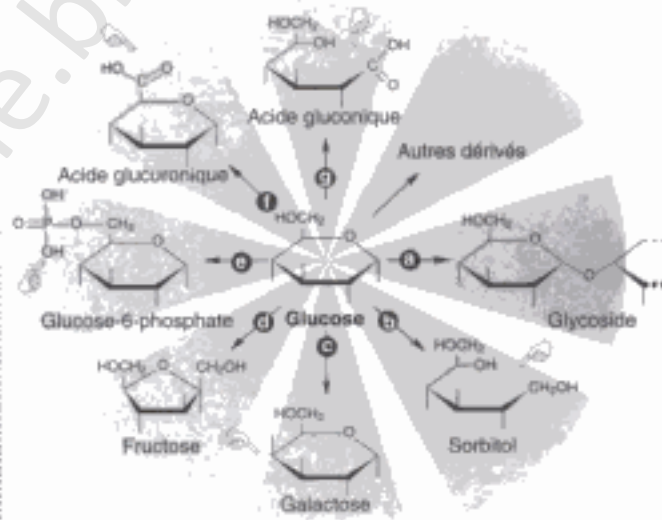
- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1 acide hexuronique | 6 hydrophobie |
| 2 β 1 \rightarrow 3 | 7 polyanionique |
| 3 β 1 \rightarrow 4 | 8 polycationique |
| 4 hexosamine | 9 matrice extracellulaire |
| 5 hydrophile | 10 membrane cellulaire |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

Les glycosaminoglycanes de structure résultent de la condensation d'un grand nombre d'unités disaccharidiques élémentaires formées généralement de ... (a) (souvent acétylée et sulfatée) et de ... (b) unis par des liaisons intra-unité ... (c) et inter-unité ... (d). Leur caractère ... (e) leur confère une grande ... (f). Ils entrent dans la composition de la ... (g).



11. Les principales réactions



A chacun de ces métabolites obtenus à partir du glucose, associez la réaction qui convient :

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 épimérisation | 4 interconversion |
| 2 estérification | 5 oxydation |
| 3 glycosylation | 6 réduction |



7 LE METABOLISME DU GLYCOGENE

(→ REPONSES page 64)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Le glycogène est le polysaccharide majeur de la ration glucidique alimentaire.
- ☐ 2 Le catabolisme tissulaire du glycogène a lieu dans l'intestin, le foie et les muscles.
- ☐ 3 Le foie est l'organe qui contient la plus grande quantité de glycogène.
- ☐ 4 Les ramifications nombreuses du glycogène permettent un métabolisme tissulaire plus rapide.
- ☐ 5 Le catabolisme digestif du glycogène alimentaire a lieu en période d'activité musculaire.

2. Le catabolisme du glycogène et de l'amidon

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L' α -amylase hydrolyse l'amidon et le glycogène alimentaires à partir de l'extrémité non réductrice.
- ☐ 2 La glycogénolyse tissulaire dépend principalement de phosphorylases.
- ☐ 3 La glycogénolyse produit beaucoup de glucose-1-phosphate et un peu de glucose.
- ☐ 4 Dans le foie, le glucose-6-phosphate issu de la glycogénolyse s'engage dans la glycolyse.
- ☐ 5 Dans les muscles, le glucose-6-phosphate issu de la glycogénolyse s'engage dans la glycolyse.

3. La glycogénogenèse

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Lors de la glycogénogenèse, le glucose est activé sous forme cytidylique.
- ☐ 2 L'enzyme clé de la glycogénogenèse est la glycogène synthétase.
- ☐ 3 L'enzyme branchant crée les liaisons inter-chaînes ($\alpha 1 \rightarrow 6$).
- ☐ 4 Contrairement à la glycogénogenèse qui est cytosolique, la glycogénolyse est mitochondriale.
- ☐ 5 L'addition de chaque unité de glucose consomme 2 ATP.

4. La régulation du métabolisme du glycogène musculaire (Voir page 82)

7. LE METABOLISME DU GLYCOGENE

8. LA GLYCOLYSE

8 LA GLYCOLYSE

(→ REPONSES page 65)

1. Qu'est-ce ?

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1 Embden-Meyerhof | 6 anaérobiose |
| 2 Rapaport-Luebering | 7 acétyl-CoA |
| 3 oxydatif | 8 pyruvate |
| 4 réducteur | 9 cytosolique |
| 5 aérobie | 10 mitochondrial |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

La glycolyse, ou voie de ... (a), est la voie du catabolisme ... (b) en ... (c) du glucose qui est transformé en ... (d). Tous ses enzymes sont ... (e).

(a) (b) (c) (d) (e)

2. Pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La glycolyse n'existe que chez les eucaryotes.
- ☐ 2 Dans tous les tissus, la glycolyse est la principale voie énergétique.
- ☐ 3 La glycolyse catabolise d'autres hexoses que le glucose.
- ☐ 4 Le glucose synthétisé par l'organisme peut être substrat de la glycolyse.
- ☐ 5 Grâce à la glycolyse, le glucose est précurseur de molécules non glucidiques.

3. Substrats et réactions (1)

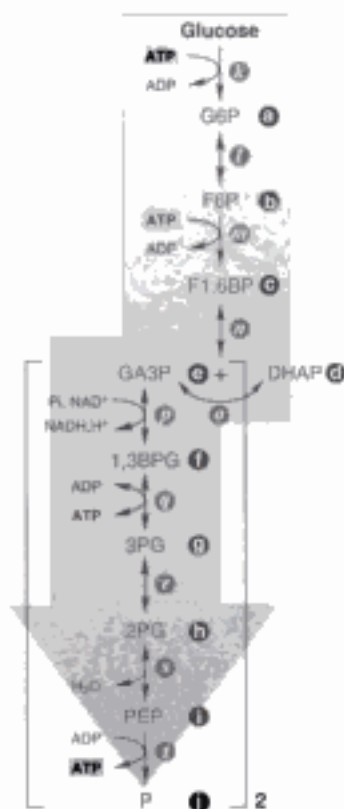
La réaction de phosphorylation du glucose en glucose-6-phosphate est catalysée par la *glucokinase* (a) ou par l'*hexokinase* (b). Etablissez les associations correctes :

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 | spécifique du glucose |
| 2 | non spécifique du glucose |
| 3 | hépatique et pancréatique |
| 4 | ubiquiste |
| 5 | faible affinité pour le glucose |
| 6 | forte affinité pour le glucose |
| 7 | allostérique |
| 8 | phosphoryle 6 molécules de glucose |

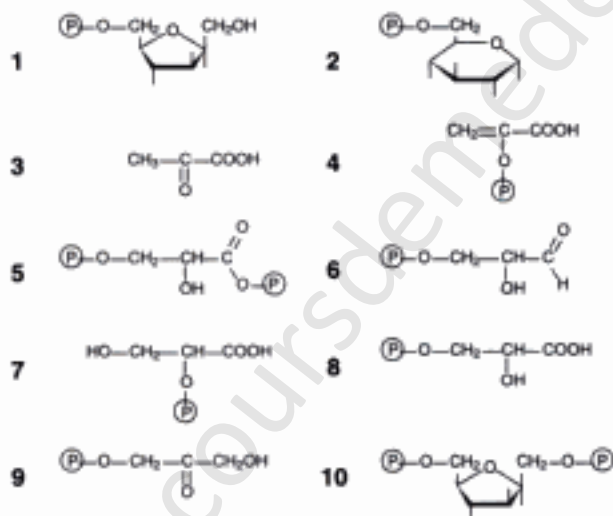
(a) (b)



4. Substrats et réactions (2)



Donnez la formule de chacun des intermédiaires de la glycolyse (désigné par une lettre romaine) :



(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)

et le nom de l'enzyme qui catalyse les réactions indiquées (désigné par une lettre italique) :

- | | | | |
|---|--|----|-----------------------------------|
| 1 | <i>aldolase</i> | 6 | <i>phosphohexose isomérase</i> |
| 2 | <i>énolase</i> | 7 | <i>pyruvate kinase</i> |
| 3 | <i>glucokinase ou hexokinase</i> | 8 | <i>phosphoglycérate kinase</i> |
| 4 | <i>glycéraldéhyde-3-phosphate déshydrogénase</i> | 9 | <i>phosphoglycérate mutase</i> |
| 5 | <i>phosphofructokinase</i> | 10 | <i>triose phosphate isomérase</i> |

(k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t)

5. Substrats et réactions (3)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La réaction de phosphorylation du glucose en glucose-6-phosphate n'est pas propre à la glycolyse.
- ☐ 2 Les réactions irréversibles de la glycolyse sont celles qui produisent de l'ATP.
- ☐ 3 Le shunt du 2,3-bisphosphoglycérate (2,3BPG) est pathologique car il annule le bilan énergétique de la glycolyse.
- ☐ 4 Chez la levure, le glycolyse anaérobie conduit à la formation d'alcool éthylique.
- ☐ 5 La réoxydation du NAD d'origine glycolytique par la fermentation lactique dans les muscles en anaérobiose annule le bilan énergétique.
- ☐ 6 La navette du glycérol-3-phosphate et celle du malate-aspartate transfèrent les équivalents réducteurs du NADH,H⁺ à la chaîne respiratoire mitochondriale pour produire de l'ATP.
- ☐ 7 La *pyruvate déshydrogénase* qui catalyse la réaction de décarboxylation oxydative du pyruvate en acétyl-CoA est un complexe multienzymatique formé de 3 enzymes et fonctionnant avec 5 coenzymes.
- ☐ 8 En aérobose, tout l'acétyl-CoA d'origine glycolytique est catabolisé dans le cycle de l'acide citrique.

6. La glucogenèse à partir d'autres hexoses

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Comme celle du glucose, l'entrée du fructose et du galactose dans la cellule (muscles et tissu adipeux) est contrôlée par l'insuline.
- ☐ 2 Le catabolisme du fructose est surtout hépatique.
- ☐ 3 Le fructose est catabolisé plus rapidement que le glucose.
- ☐ 4 Le catabolisme du galactose est surtout actif dans la glande mammaire.
- ☐ 5 La galactosémie congénitale est une maladie génétique caractérisée par l'impossibilité de convertir le galactose en glucose.

7. La régulation de la glycolyse musculaire (Voir page 82)

9 LA NEOGLUCOGENESE

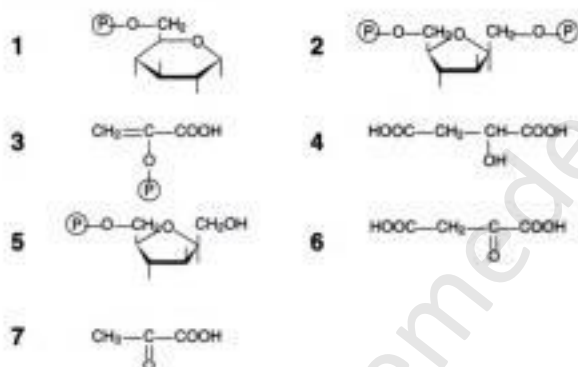
(→ REPONSES page 66)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La néoglucogénèse permet la synthèse de glucose à partir de CO_2 et H_2O .
- ☐ 2 Les substrats de la néoglucogénèse sont principalement le pyruvate, le lactate et l'alanine.
- ☐ 3 La néoglucogénèse n'a lieu que dans les tissus glucodépendants.
- ☐ 4 La néoglucogénèse n'est active qu'au cours du jeûne prolongé.
- ☐ 5 La néoglucogénèse utilise des réactions réversibles de la glycolyse.

2. Substrats et réactions



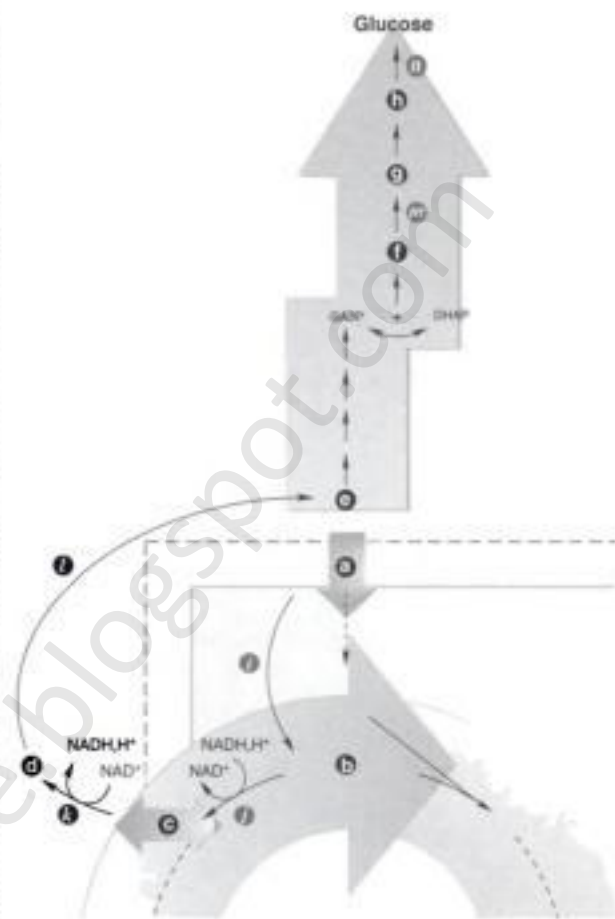
Dans le schéma ci-après, donnez la formule de chacun des intermédiaires de la néoglucogénèse (désigné par une lettre romaine) :

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

et le nom de l'enzyme qui catalyse la réaction indiquée (désigné par une lettre italique) :

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1 <i>fructose-1,6-bisphosphatase</i> | 5 <i>phosphoenolpyruvate carboxykinase</i> |
| 2 <i>glucose-6-phosphatase</i> | 6 <i>pyruvate carboxylase</i> |
| 3 <i>malate déshydrogénase (cyto)</i> | |
| 4 <i>malate déshydrogénase (mito)</i> | |

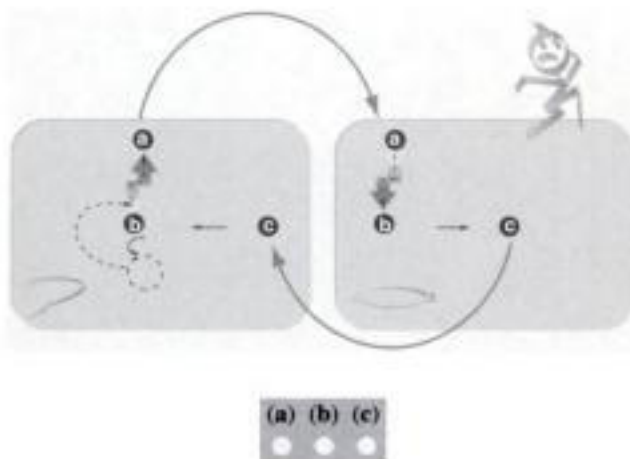
(i) (j) (k) (l) (m) (n)

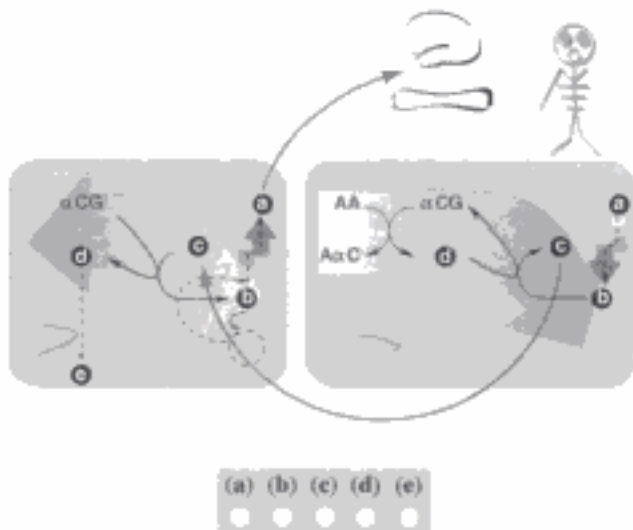


3. Cycle des Cori et cycle de Fellig

Dans chacun des 2 schémas suivants de ces cycles, indiquez le nom de chacune des molécules (désignées par une lettre) :

- | | | |
|-----------|-------------|------------|
| 1 alanine | 3 glutamate | 5 pyruvate |
| 2 glucose | 4 lactate | 6 urée |





4. La régulation de la néoglucogenèse (Voir page 83)

10 LA VOIE DES PENTOSE PHOSPHATE

(+ REPONSES page 66)

1. Qu'est-ce ?

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1 acétyl-CoA | 8 mitochondrial |
| 2 Calvin | 9 NADP oxydé |
| 3 cholestérol | 10 NADP réduit |
| 4 cytosolique | 11 nucléotides |
| 5 Dickens Charles | 12 ribose-5-phosphate |
| 6 Dickens-Horecker | 13 synthèses oxydatives |
| 7 énergie | 14 synthèses réductrices |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

La voie des pentoses phosphate, ou voie de ... (a), n'a pas pour but, contrairement à la glycolyse, de produire de ... (b), mais, d'une part, d'être source de ... (c), nécessaire aux réactions de ... (d), et, d'autre part, de ... (e), nécessaire à la synthèse de ... (f). Tous les enzymes catalysant cette voie sont ... (g).

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

2. Pourquoi et où ?

La voie des pentoses phosphate :

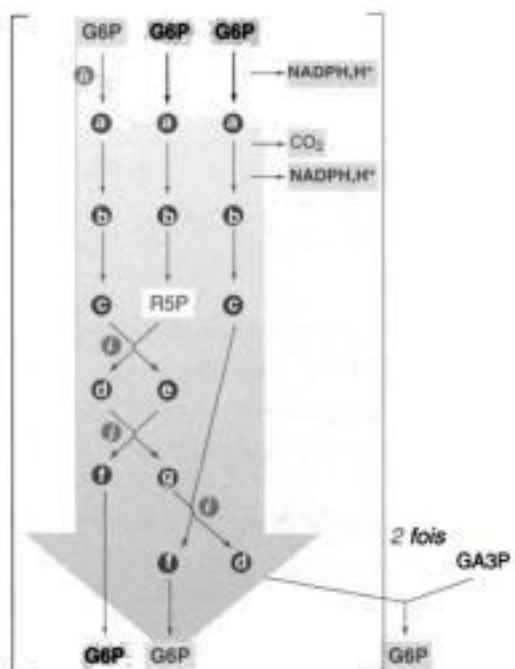
- ☐ 1 est nécessaire au métabolisme lipidique
- ☐ 2 a lieu exclusivement dans le foie
- ☐ 3 consomme de l'ATP
- ☐ 4 est entièrement réversible
- ☐ 5 est régulée par le rapport $\text{NADPH,H}^+/\text{NADP}^+$.

3. Comment ? (1)

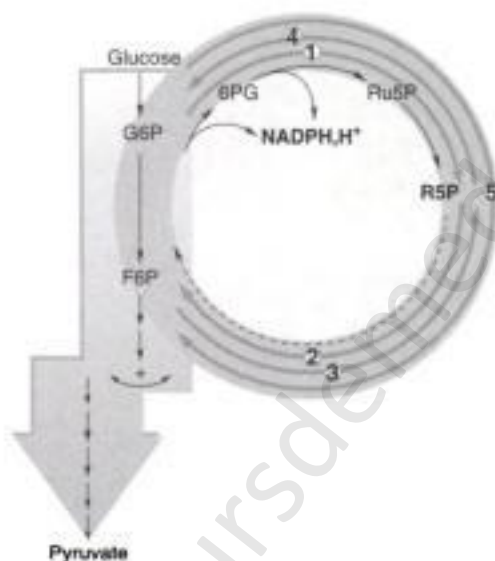
Dans le schéma ci-après de la voie des pentoses phosphate, indiquez le nom de chacune des molécules, substrats ou enzymes (désignés par une lettre) :

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 érythrose-4-phosphate | 6 ribulose-5-phosphate |
| 2 fructose-6-phosphate | 7 sédoheptulose-7-phosphate |
| 3 glyceraldéhyde-3-phosphate | 8 transaldolase |
| 4 G6PDH | 9 transcétolase |
| 5 6-phosphogluconate | 10 xylulose-5-phosphate |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)



4. Comment ? (2)



Laquelle de ces voies est préférentiellement utilisée : dans une cellule à multiplication rapide (a), dans le globule rouge (b), dans une cellule où synthèses nucléotidiques et réductrices sont équivalentes (c) ?

(a) (b) (c)

11 LE CYCLE DE CALVIN

(→ REPONSES page 67)

1. Qu'est-ce ?

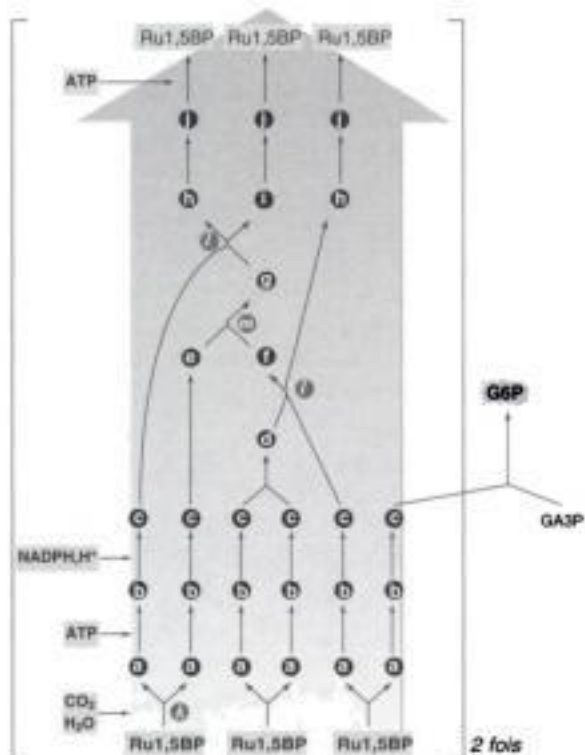
- | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1 acétyl-CoA | 6 chloroplastes | 11 lumineuse |
| 2 ATP | 7 CO ₂ | 12 mitochondries |
| 3 Calvin | 8 glucides | 13 NADH, H ⁺ |
| 4 Calvin-Benson | 9 H ₂ O | 14 NADPH, H ⁺ |
| 5 Calvin-Ethirey-Faulboud | 10 lipides | 15 obscure |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

Pendant la phase ... (a) de la photosynthèse, les organismes autotrophes produisent de ... (b) et ... (c). Pendant la phase ... (d), ces derniers sont utilisés à la synthèse de ... (e) à partir de ... (f) et de ... (g) grâce au cycle de ... (h) ou de ... (i). Cette voie a lieu dans les ... (j) des cellules du mésophylle des feuilles.

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)

2. Comment ? (1)

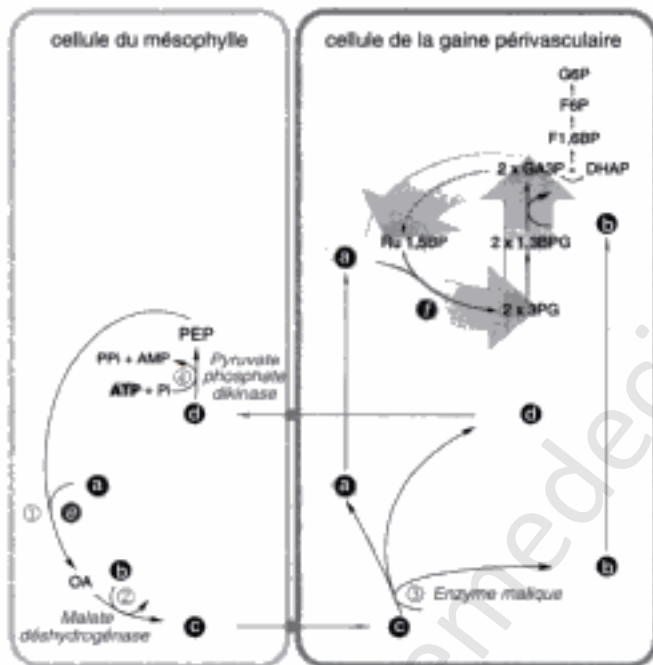


Dans le schéma ci-dessus du cycle de Calvin, indiquez le nom de chacune des molécules, substrats ou enzymes, désignées par une lettre :

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1 aldolase | 8 ribose-5-phosphate |
| 2 dihydroxyacétone phosphate | 9 ribulose-5-phosphate |
| 3 érythrose-4-phosphate | 10 rubisco |
| 4 fructose-6-phosphate | 11 sédoheptulose-7-phosphate |
| 5 glyceraldéhyde-3-phosphate | 12 transcétole |
| 6 1,3-bisphosphoglycérate | 13 xylulose-5-phosphate |
| 7 3-phosphoglycérate | |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m)

3. Comment ? (2)



Dans le schéma ci-dessus de la voie en C4 (ou voie de Kortschak-Hatch-Slack), indiquez le nom de chacune des molécules, substrats ou enzymes, désignées par une lettre :

- | | | |
|--------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 CO ₂ | 4 NADP ⁺ | 7 PEP carboxylase |
| 2 H ₂ O | 5 NADPH, H ⁺ | 8 pyruvate |
| 3 malate | 6 PEP carboxykinase | 9 rubisco |

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

12 LES LIPIDES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ REPONSES page 68)

1. Définition

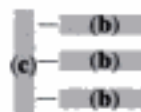
Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Tous les lipides sont hydrophobes.
- ☐ 2 Tous les lipides sont solubles dans les solvants organiques.
- ☐ 3 Les lipides sont issus métaboliquement de l'acétate ou du polystyrène.
- ☐ 4 Les lipides comportent au moins une longue chaîne aliphatique.
- ☐ 5 Tous les lipides sont formés d'acide(s) gras et d'alcool(s).

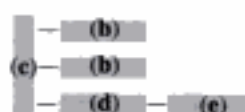
2. Classification



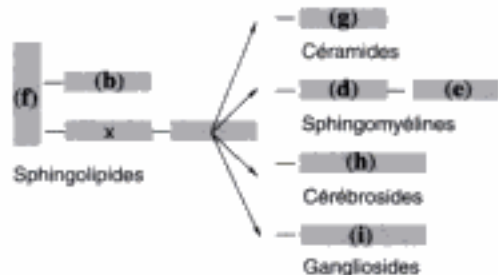
Cérides



Triglycérides



Glycérophospholipides



polymères de (j)

Isoprénoides : terpènes et stéroïdes (stérois et dérivés)

Associez aux différents éléments constitutifs des diverses classes de lipides (désignés par une lettre) sa nature (désignée par un chiffre) :

12. LES LIPIDES : STRUCTURE ET PROPRIETES

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1 acide gras | 6 isoprène |
| 2 alcool | 7 monosaccharide |
| 3 alcool à longue chaîne | 8 oligosaccharide |
| 4 glycérol | 9 phosphate |
| 5 hydrogène | 10 sphingosine |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)

3. Importance biologique

L'acrostiche mnémotechnique ci-dessous permet de se rappeler les rôles biologiques multiples des lipides :

L... comme *lipos*

Isolations en tous genres : (a) électrique
(b) mécanique et thermique
(c) imperméable

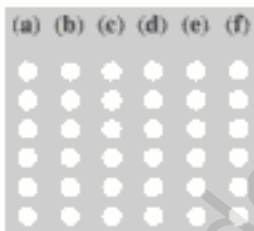
Précurseurs (d)

Ils Donnent de l'Energie (e)

Structure (f)

Associez à chaque propriété (désignée par une lettre) le (ou les) lipide(s) doué(s) de cette propriété :

- acides gras
- cérides
- triglycérides
- glycérophospholipides
- sphingolipides
- cholestérol



4. Les différents lipides (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Tous les acides gras, puisqu'ils résultent de la condensation de molécules d'acétate, sont à nombre pair d'atomes de carbone.
- ☐ 2 Les doubles liaisons des acides gras polyinsaturés (plus de 2 doubles liaisons) sont en configuration *cis* et sont conjuguées.
- ☐ 3 Dans le plasma sanguin, les acides gras sont presque toujours à l'état libre (c'est-à-dire non estérifié).
- ☐ 4 A pH 7, tous les acides gras sont ionisés et amphiphiles.
- ☐ 5 Les acylates ($R-COO^-$) donnent des savons avec les cations monovalents.
- ☐ 6 Le beurre est solide à la température ambiante parce qu'il est riche en acides gras saturés.

5. Les différents lipides (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

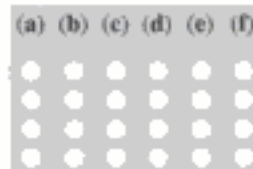
- ☐ 1 Les triglycérides sont aussi appelés graisses neutres car, amphiphiles, ils sont autant hydrophobes qu'hydrophiles.
- ☐ 2 En raison de la présence de 3 groupements acyles, les triglycérides ont un caractère acide très marqué.
- ☐ 3 Les glycérophospholipides contiennent une liaison ester phosphorique riche en énergie.
- ☐ 4 Les glycérophospholipides sont les constituants essentiels de la membrane cellulaire parce qu'ils sont antipathiques.
- ☐ 5 Outre le glycérol, les glycérophospholipides sont composés de l'un des 5 alcools suivants : éthanol, choline, sérine, inositol et glycérol.
- ☐ 6 Les phospholipides comprennent les glycérophospholipides et les sphingomyélines.
- ☐ 7 Lécithines et sphingomyélines contiennent de la choline.

6. Les différents lipides (3)

A quel(s) lipide(s) attribuez-vous ces propriétés :

- (a) illumine votre anniversaire
- (b) ne contient pas d'acides gras
- (c) est amphiphile
- (d) est précurseur de céramide
- (e) est précurseur des hormones stéroïdes, acides biliaires et vitamine D
- (f) est précurseur des eicosanoïdes

- tristéarine
- phosphatidylcholine
- sphingomyéline
- cholestérol



13 LE METABOLISME DES ACIDES GRAS

(→ REPONSES page 69)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les besoins en acides gras de l'organisme humain sont couverts moitié par l'apport alimentaire, moitié par synthèse à partir de l'acétyl-CoA.
- ☐ 2 Toutes les cellules, à l'exception des globules rouges et des cellules nerveuses, peuvent cataboliser les acides gras.
- ☐ 3 Les acides gras captés par la cellule pour être catabolisés sont principalement issus de l'hydrolyse des triglycérides des lipoprotéines et du tissu adipeux.
- ☐ 4 Le foie, le tissu adipeux et la glande mammaire en période de lactation sont les principaux organes capables de synthèse d'acides gras endogènes à partir de l'acétyl-CoA.
- ☐ 5 Dans le foie et le tissu adipeux, les acides gras peuvent être remaniés (élongation et/ou désaturation).

2. La β -oxydation des acides gras (1)

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1 Wakil | 8 acyl-CoA |
| 2 Lynen | 9 corps cétoniques |
| 3 oxydatif | 10 acétyl-CoA |
| 4 réducteur | 11 cytosol |
| 5 aérobie | 12 mitochondrie |
| 6 anaérobie | 13 peroxysome |
| 7 acyl-carnitine | 14 glyoxysome |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

Chez les animaux, la β -oxydation, ou voie de ... (a), est la voie du catabolisme ... (b) ... (c) des acides gras, préalablement activés sous forme de ... (d), en ... (e). Tous les enzymes catalysant cette voie sont présents principalement dans ... (f).

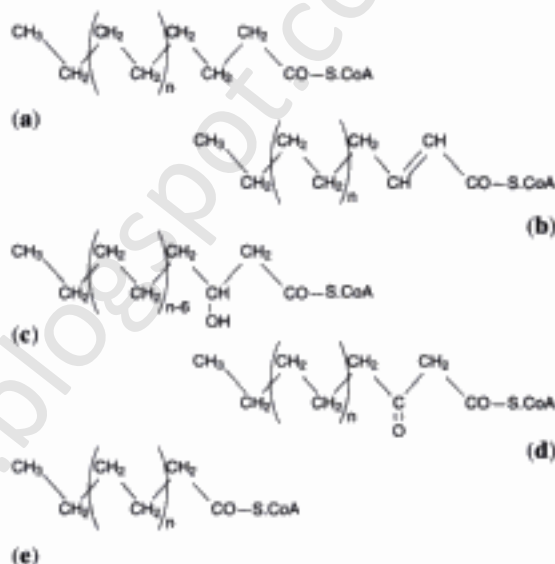
(a) (b) (c) (d) (e) (f)

3. La β -oxydation des acides gras (2)

- ☐ 1 La β -oxydation est ainsi appelée car l'hélice de Lynen est de type β .
- ☐ 2 La β -oxydation comporte une oxydation du carbone β , c'est-à-dire du carbone 2 des acides gras.

- ☐ 3 La β -oxydation permet le catabolisme des acides gras saturés et insaturés.
- ☐ 4 La β -oxydation requiert l'activation préalable des acides gras en acyl-CoA.
- ☐ 5 Le groupement acyle est transféré du cytosol dans la mitochondrie grâce à la navette du citrate.

4. La β -oxydation des acides gras (3)



Pour chacune des molécules précédentes (la liste ci-dessus suit l'ordre de la β -oxydation), donnez son nom :

- | | |
|--|----------------------------|
| 1 <i>trans</i> - Δ^2 -énoyl-CoA | 3 acyl-CoA |
| 2 β -cétoacyl-CoA | 4 β -hydroxyacyl-CoA |

(a) (b) (c) (d) (e)

et celui de l'enzyme qui catalyse la réaction qui produit cette molécule :

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 β -cétoacylthiolase | 3 acyl-CoA déshydrogénase |
| 2 énoyl-CoA hydratase | 4 3-hydroxyacyl-CoA déshydrogénase |

(b) (c) (d) (e)

5. La β -oxydation des acides gras (4)

- ☐ 1 L'acide gras se raccourcit par son extrémité carboxylique.
- ☐ 2 Tout l'acétyl-CoA issu de la β -oxydation des acides gras est catabolisé dans le cycle de l'acide citrique.
- ☐ 3 Le NADH, H⁺ et le FADH₂ sont réoxydés par la chaîne respiratoire et les oxydations phosphorylantes.

- 4 La β -oxydation des acides gras à nombre impair d'atomes de carbone produit finalement du propionyl-CoA.
- 5 Les acides gras à longue chaîne sont complètement dégradés dans les peroxysomes.

6. La synthèse des acides gras (1)

- 1 La synthèse d'un acide gras en C16 est cytosolique.
- 2 L'élongation des acides gras au delà de C16 a lieu par réversibilité de l'hélice de Lypen dans les mitochondries, le malonyl-CoA étant le donneur d'unités dicarboxylées.
- 3 L'acétyl-CoA issu du catabolisme des corps cétoniques peut être substrat de la synthèse des acides gras.
- 4 Le groupement acétyl de l'acétyl-CoA est transféré de la mitochondrie dans le cytosol grâce à la navette de la carnitine.
- 5 Le NADPH_2H^+ nécessaire à la synthèse des acides gras est produit principalement par la voie des pentoses phosphate et par la réaction de décarboxylation oxydative du malate en pyruvate (enzyme malique).

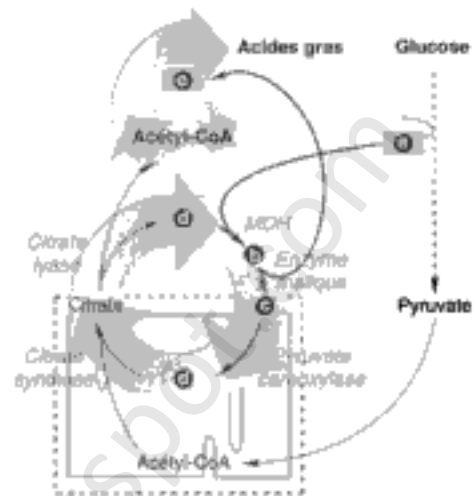
7. La synthèse des acides gras (2)

- 1 L'acyl carrier protein (ACP) fait partie de l'acide gras synthase.
- 2 L'acide gras synthase compte 7 activités enzymatiques différentes dont 5 fonctionnent dans le cadre d'une séquence récurrente.
- 3 Au sein de l'acide gras synthase, 2 chaînes d'acide gras sont synthétisées simultanément.
- 4 L'acide gras s'allonge par son extrémité méthylée.
- 5 Les 2 atomes de carbone de l'extrémité carboxylique de la chaîne sont apportés par l'acétyl-CoA, les suivants par le malonyl-CoA.

8. La synthèse des acides gras (3)

- 1 L'introduction d'une double liaison est oxygène-dépendante.
- 2 La première double liaison est toujours créée en position $\Delta 9$.
- 3 Les doubles liaisons sont créées par des *cocutases*.
- 4 Chez les animaux, des doubles liaisons supplémentaires ne peuvent être introduites qu'entre la $\Delta 9$ et le carbone carboxylique.
- 5 Chez les végétaux, des doubles liaisons supplémentaires ne peuvent être introduites qu'entre la $\Delta 9$ et le carbone méthylé.

9. Cycle de Lardy (cycle du pyruvate-malate)



Dans ce schéma du cycle de Lardy, indiquez le nom de chacune des molécules (désignées par une lettre) choisi parmi les mots suivants :

- | | |
|--------------|------------------------------|
| 1 aspartate | 5 NADH_2H^+ |
| 2 carnitine | 6 NADPH_2H^+ |
| 3 isocitrate | 7 oxaloacétate |
| 4 malate | 8 pyruvate |

(a) (b) (c) (d) (e)

10. La régulation du métabolisme des acides gras dans le tissu adipeux (Voir page 84)

14 LE METABOLISME DES CORPS CETONIQUES

(→ REPONSES page 71)

1. Qu'est-ce ?

Pour chacun des corps cétonique : acétoacétate (a), β -hydroxybutyrate (b) et acétone (c), donnez sa formule :

- | | |
|--|--|
| 1 $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—COOH}$ | 4 $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_2\text{—COOH}$ |
| 2 $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$ | 5 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CO—COOH}$ |
| 3 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHOH—COOH}$ | 6 $\text{CH}_3\text{—CO—COOH}$ |

(a) (b) (c)

2. Pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les corps cétoniques sont synthétisés à partir de l'acétyl-CoA issu du catabolisme des acides gras et de certains acides aminés.
- ☐ 2 Les corps cétoniques sont catabolisés en acétyl-CoA.
- ☐ 3 La cétogenèse et la cétoxyse sont strictement hépatiques.
- ☐ 4 La cétogenèse n'a lieu qu'en période de jeûne.
- ☐ 5 Quand l'apport glucidique aux cellules est insuffisant, les corps cétoniques sont utilisés comme substrats énergétiques par les cellules nerveuses et des globules rouges.

3. Comment ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'acétoacétyl-CoA peut être hydrolysé directement en acétoacétate.
- ☐ 2 La β -hydroxybutyrate déshydrogénase (β HBDH) catalyse la réaction réversible d'oxydo-réduction de l'acétoacétate en β -hydroxybutyrate (β HB).
- ☐ 3 Lors de la cétoxyse, l'activation de l'acétoacétate en acétoacétyl-CoA peut avoir lieu au dépens du succinyl-CoA.
- ☐ 4 Les enzymes qui activent l'acétoacétate en acétyl-CoA sont absentes du foie.
- ☐ 5 Le β -hydroxy- β -méthylglutaryl-CoA (β HMG-CoA) mitochondrial est un intermédiaire commun à la cétogenèse et à la synthèse du cholestérol.

4. La régulation de la cétogenèse (Voir page 84)

15 LE METABOLISME DES TRIGLYCERIDES

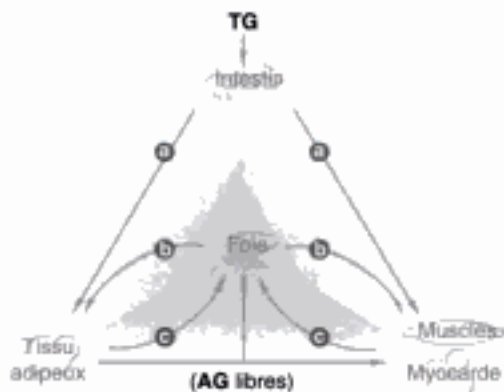
(→ REPONSES page 71)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les triglycérides représentent la majorité des lipides alimentaires.
- ☐ 2 Les triglycérides circulent dans le sang liés à l'albumine.
- ☐ 3 Le métabolisme des triglycérides a lieu surtout dans le foie.
- ☐ 4 Les réserves lipidiques sous forme de triglycérides permettent à l'Homme de survivre sans manger pendant 2 ou 3 mois.
- ☐ 5 Le rendement énergétique de 1 g d'acide gras est plus de 2 fois supérieur à celui de 1 g de glucose.

2. Transport plasmatique des triglycérides



Dans le schéma précédent, quelle est la nature de la (ou des) lipoprotéine(s) vectrice(s) de triglycérides (indiquée par une lettre) : 1 chylomicrons, 2 VLDL, 3 remnants, IDL et LDL.

(a) (b) (c)

3. La synthèse (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

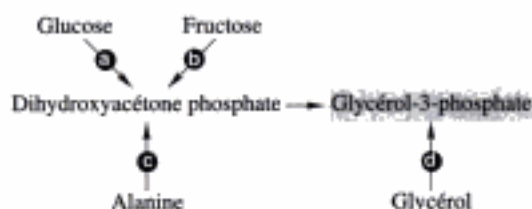
- ☐ 1 La synthèse des triglycérides requiert l'activation préalable des acides gras en acyl-CoA.
- ☐ 2 Le glycérol-3-phosphate est la seule forme activée du glycérol en tant qu'accepteur d'acides gras.
- ☐ 3 La glycérol kinase qui phosphoryle le glycérol en glycérol-3-phosphate est exclusivement hépatique.

14. LE METABOLISME DES CORPS CETONIQUES

15. LE METABOLISME DES TRIGLYCERIDES

- 4 Le phosphatidate est un intermédiaire commun à la synthèse des triglycérides et à celle des glycérophospholipides.
- 5 La *triglycéride synthase* est un complexe multienzymatique.
- 6 La *triglycéride synthase* est hormonosensible.

4. La synthèse (2)



Précisez la localisation tissulaire des principales origines du glycérol-3-phosphate accepteur d'acides gras :

- 1 tissu adipeux
- 2 muscles
- 3 foie

(a)	(b)	(c)	(d)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Le catabolisme

Les 3 enzymes du catabolisme des triglycérides sont : (a) la *lipase* pancréatique, (b) la *lipoprotéine lipase* et (c) la *triglycéride lipase*. Faites correspondre à chacun d'eux les propriétés qui le caractérisent :

- 1 extracellulaire
- 2 intracellulaire
- 3 agit au niveau de l'intestin
- 4 agit au niveau du tissu adipeux
- 5 agit au niveau des muscles
- 6 agit au niveau du foie
- 7 hydrolyse les TG tissulaires
- 8 hydrolyse les TG alimentaires
- 9 hydrolyse les TG des lipoprotéines
- 10 produit du glycérol
- 11 produit du glycérol-3-phosphate
- 12 produit du 2-monoglycéride

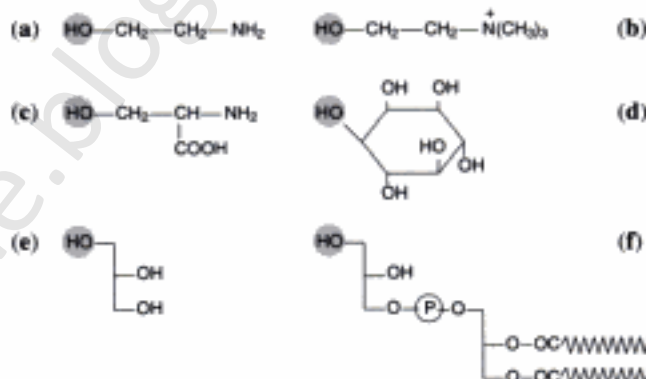
(a)	(b)	(c)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. La régulation du métabolisme des triglycérides dans le tissu adipeux (Voir page 85)

16 LE METABOLISME DES PHOSPHOLIPIDES

(→ REPONSES page 72)

1. Qu'est-ce ?

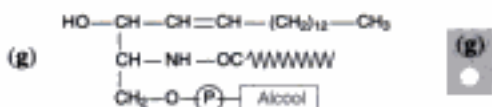


Associez son nom à chacun des alcools précédents entrant dans la composition des glycérophospholipides :

- 1 choline
- 2 éthanolamine
- 3 glycérol
- 4 inositol
- 5 phosphatidylglycérol
- 6 sérine

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Quel alcool, outre la sphingosine, est présent dans les sphingomyélines ?



2. Pourquoi ?

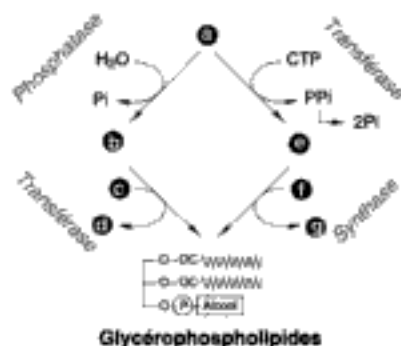
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 acide gras | 6 eicosanoïdes |
| 2 agents tensioactifs | 7 IP3 |
| 3 AMPc | 8 lipides |
| 4 cholestérol | 9 lipoprotéines |
| 5 DAG | |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

Les phospholipides sont, au côté de ... (a), le principal constituant lipidique des membranes cellulaires et de l'enveloppe des ... (b) plasmatiques. Ils sont précurseurs de messagers cellulaires comme ... (c), ... (d) et ... (e), donneurs (lécithines) de ... (f) lors de l'estérification de ... (g) plasmatique, et, comme les acides biliaires, des ... (h) qui émulsionnent les ... (i) alimentaires.

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i)

3. Comment ? (1)



Dans ce schéma, associez à chacun des intermédiaires son nom :

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1 alcool | 5 1,2-diglycéride |
| 2 CDP-alcool | 6 phosphatidate |
| 3 CDP-diglycéride | 7 phosphoalcool |
| 4 CMP | |

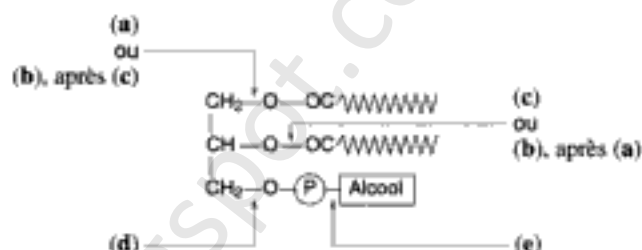
(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

4. Comment ? (2)

- 1 Le phosphatidate est précurseur de la synthèse de tous les phospholipides.
- 2 La voie du CDP-alcool conduit aux glycérophospholipides azotés, celle du CDP-diglycéride aux glycérophospholipides non azotés.
- 3 La phosphatidylsérine peut être aussi obtenue à partir de la phosphatidyléthanolamine par échange de l'éthanolamine contre la sérine.

- 4 La phosphatidylcholine peut être aussi obtenue à partir de la phosphatidyléthanolamine par échange de l'éthanolamine contre la choline.
- 5 Un acide aminé et un acide gras sont précurseurs de la synthèse des sphingolipides.
- 6 Le céramide est le précurseur commun à tous les sphingolipides.

5. Comment ? (3)



Dans le schéma ci-dessus, associez à chacune des phospholipases son nom :

- | | |
|--------|-------|
| 1 PLA1 | 4 PLC |
| 2 PLA2 | 5 PLD |
| 3 PLB | |

(a) (b) (c) (d) (e)

et ses produits :

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1 acide gras | 5 glycérophosphorylalcool |
| 2 alcool | 6 lysophospholipide |
| 3 1,2-diglycéride | 7 phosphoalcool |
| 4 glycérol | 8 phosphatidate |

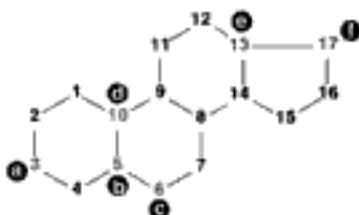
(a) (b) (c) (d) (e)

17 LE METABOLISME DU CHOLESTEROL

(→ REPONSES page 73)

1. Qu'est-ce ?

On passe, formellement, du stéran au cholestérol par des modifications portant sur les atomes de carbone 3, 5, 6, 10, 13 et 17.



Quelles sont-elles ?

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| 1 chaîne latérale à 8 carbones | 3 groupement hydroxyle |
| 2 double liaison | 4 groupement méthyle |

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

2. Pourquoi et où ?

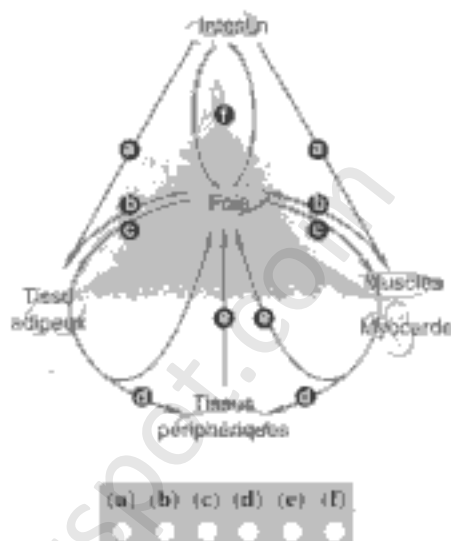
Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'essentiel des besoins de l'organisme en cholestérol est couvert par l'alimentation.
- ☐ 2 La synthèse endogène du cholestérol a lieu surtout dans les organes stéroïdogènes.
- ☐ 3 La majeure partie du cholestérol est transportée dans le plasma sous forme estérifiée.
- ☐ 4 La molécule amphiphile du cholestérol est indispensable à la stabilisation des membranes cellulaires animales et végétales.
- ☐ 5 Le cholestérol est précurseur de la synthèse des acides biliaires, des hormones stéroïdes et de la vitamine D.

3. Comment ? (1)

- | | |
|-------------------------|------------|
| 1 chylomicrons | 4 LDL |
| 2 cycle entérohépatique | 5 remnants |
| 3 HDL | 6 VLDL |

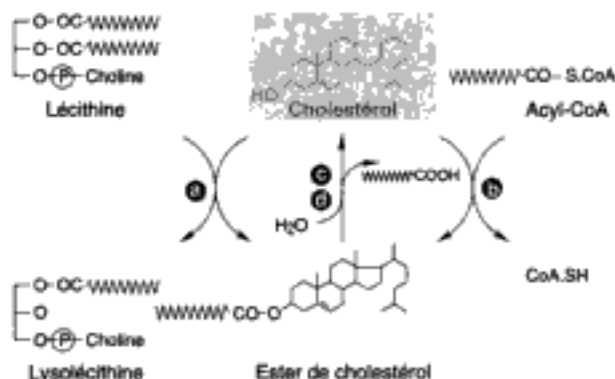
Dans le schéma suivant, indiquez la nature de la (ou des) lipoprotéine(s) vectrice(s) du cholestérol (désignée par une lettre) et la place du cycle entérohépatique :



4. Comment ? (2)

- 1 cholestérol estérase
- 2 acyl cholestérol acyl transférase (ACAT)
- 3 lecithin cholestérol acyl transférase (LCAT)
- 4 lipase

Ces 4 enzymes sont impliqués dans l'estérification du cholestérol et dans l'hydrolyse des esters du cholestérol.



Indiquez pour chacune des réactions (désignées par une lettre) l'enzyme qui la catalyse :

(a) (b) (c) (d)

et sa localisation :

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 lumière intestinale | 3 lipoprotéines |
| 2 plasma | 4 cellules |

(a) (b) (c) (d)

5. Comment ? (3)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La transformation du cholestérol en acides biliaires a lieu dans la bile.
- ☐ 2 La conjugaison des acides biliaires est obligatoire et totale.
- ☐ 3 Le cholestérol est éliminé en totalité sous forme d'acides biliaires.
- ☐ 4 Des bactéries du colon déconjuguent les acides biliaires primaires (acides cholique et chénodésoxycholique) en acides biliaires secondaires (acides désoxycholique et lithocholique).
- ☐ 5 Le cycle entérohépatique permet de maintenir constant le pool des acides biliaires.
- ☐ 6 Dans la bile, les acides biliaires solubilisent le cholestérol ; dans l'intestin, ils émulsifient les lipides alimentaires, ce qui permet leur digestion.

6. La régulation de la synthèse du cholestérol (Voir page 85)

18 LES LIPOPROTEINES

(→ REPONSES page 74)

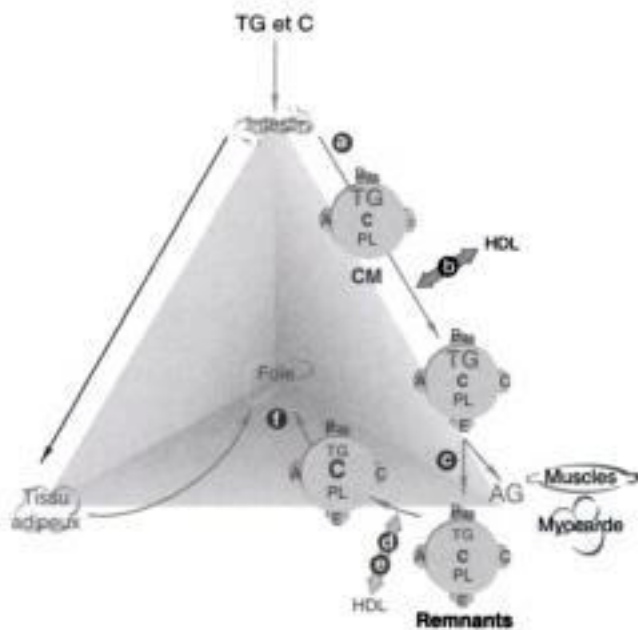
1. Qui suis-je ?

- (a) Plus je suis grasse, plus je suis grosse, plus je flotte. Qui suis-je ?
- (b) Synthétisée dans l'intestin, mon rôle est de délivrer mes acides gras au niveau des muscles, myocarde et tissu adipeux. Qui suis-je ?
- (c) Synthétisée dans le foie, mon rôle est de délivrer mes acides gras au niveau des muscles, myocarde et tissu adipeux. Qui suis-je ?
- (d) Issue d'une lipoprotéine, je rapporte le cholestérol exogène au foie. Qui suis-je ?
- (e) Issue d'une lipoprotéine, mon rôle est de délivrer mon cholestérol aux tissus périphériques. Qui suis-je ?
- (f) Synthétisée dans l'intestin et dans le foie, mon rôle est de capter le cholestérol au niveau des tissus périphériques et de le transporter vers le foie. Qui suis-je ?
- (g) Je suis transférée des HDL aux chylomicrons et VLDL pour activer la *lipoprotéine lipase*. Qui suis-je ?
- (h) Je suis transférée des chylomicrons et des VLDL aux HDL pour activer la *LCAT*? Qui suis-je ?
- (i) Grâce à moi, des triglycérides sont transférés des remnants et IDL vers les HDL et du cholestérol des HDL vers les remnants et IDL. Qui suis-je ?
- (j) Je suis indispensable à l'endocytose des remnants, des IDL et des LDL. Qui suis-je ?

- | | |
|---------------|----------------|
| 1 apoA-I | 6 HDL |
| 2 apoC-II | 7 LDL |
| 3 apo-E | 8 lipoprotéine |
| 4 CETP | 9 remnant |
| 5 chylomicron | 10 VLDL |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)
● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

2. Le métabolisme des chylomicrons (CM)

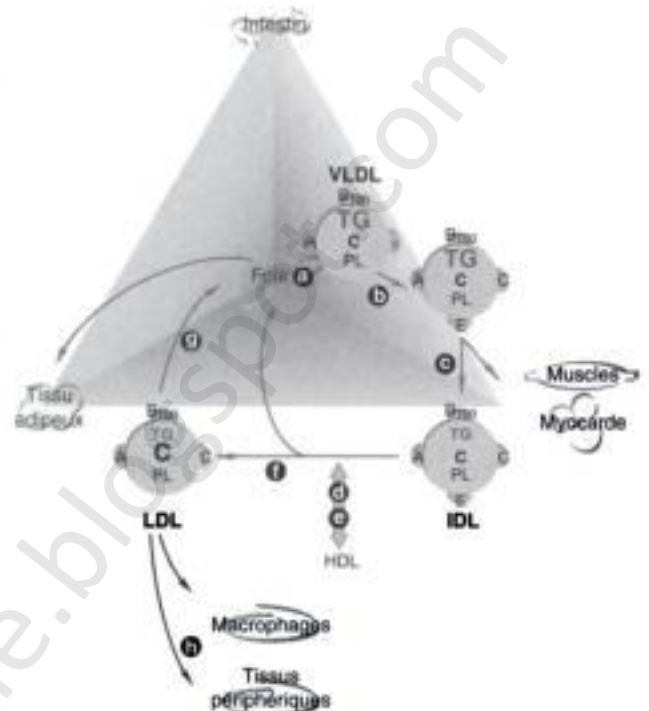


Identifiez l'événement responsable de chacune des étapes de transformation métabolique des CM :

- 1 Les CM reçoivent des HDL des apoE et C
- 2 Les remnants donnent aux HDL des apoA et C
- 3 Les TG sont hydrolysés par la *LPL* activée par l'apoC-II
- 4 Les remnants sont captés par endocytose grâce à un récepteur spécifique se liant à l'apoE
- 5 Les CM sont synthétisés à partir des TG d'origine alimentaire et du C alimentaire et synthétisé *de novo*
- 6 Les remnants reçoivent des HDL du C et leur donnent des TG

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

3. Le métabolisme des VLDL et LDL

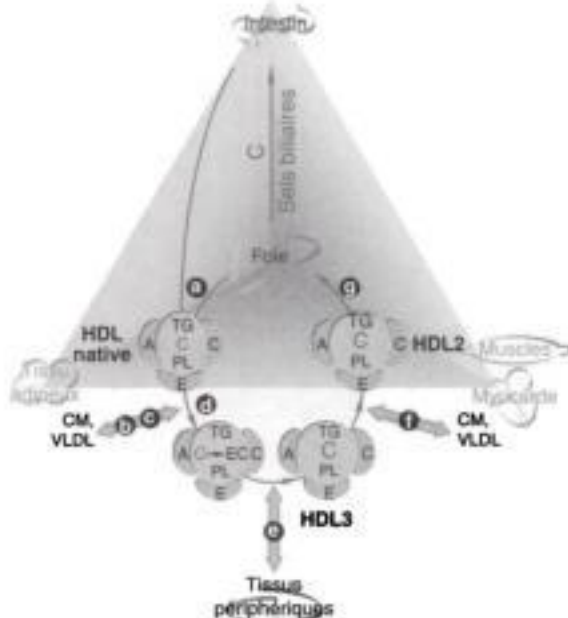


Identifiez l'événement responsable de chacune des étapes de transformation métabolique des VLDL et LDL :

- 1 Dans les tissus périphériques, les LDL sont captées par endocytose grâce à un récepteur spécifique se liant à l'apoE et à l'apoB100
- 2 Les VLDL reçoivent des HDL des apoE et C
- 3 Les IDL donnent aux HDL des apoA et C
- 4 Les IDL reçoivent des HDL du C et leur donnent des TG
- 5 Les TG sont hydrolysés par la *LPL* activée par l'apoC-II
- 6 Dans le foie, les LDL sont captées par endocytose grâce à un récepteur spécifique se liant à l'apoE et à l'apoB100
- 7 Les VLDL sont synthétisés à partir des TG et C endogènes
- 8 Les IDL perdent, en partie, leur apoE

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

4. Le métabolisme des HDL



Identifiez l'événement responsable de chacune des étapes de transformation métabolique des HDL :

- 1 Les HDL reçoivent des CM et VLDL des TG et leur donnent du C
- 2 Les HDL reçoivent des CM et VLDL des apoA
- 3 La *LCAT*, activée par l'apoA-I, estérifie le cholestérol
- 4 Les HDL donnent aux CM et VLDL des apoE et C
- 5 Au niveau des tissus périphériques, les HDL captent C
- 6 Dans le foie, les HDL sont captées par endocytose grâce à un récepteur spécifique, puis libèrent leur cholestérol
- 7 Les HDL sont synthétisés sous forme discoïdale

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

19 LE CYCLE DE L'ACIDE CITRIQUE

(→ REPONSES page 74)

1. Qu'est-ce ?

- | | | |
|-------------------|-------------|------------------|
| 1 Krebs | 5 réducteur | 9 acétyl-CoA |
| 2 Krebs-Henseleit | 6 aérobie | 10 cytosolique |
| 3 Calvin | 7 anaérobie | 11 mitochondrial |
| 4 oxydatif | 8 acyl-CoA | |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

Le cycle de l'acide citrique ou cycle de ... (a) est la voie du catabolisme ... (b) ... (c) du groupement acétyle sous forme active de ... (d). Dans les cellules animales et végétales, tous les enzymes catalysant cette voie sont ... (e).

(a) (b) (c) (d) (e)

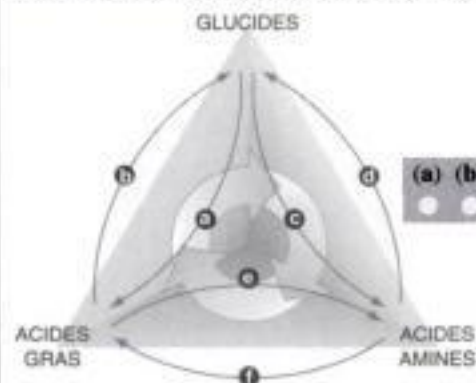
2. Pourquoi, où et quand ? (1)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Le cycle de l'acide citrique est présent dans toutes les cellules.
- ☐ 2 Le cycle de l'acide citrique est le seul exemple d'une voie catabolique permettant d'obtenir directement de l'énergie (ATP).
- ☐ 3 Dans le cycle de l'acide citrique, les atomes de carbone du groupement acétyle sont éliminés sous forme de CO_2 .
- ☐ 4 Point d'arrivée des catabolismes et point de départ de certains anabolismes, le cycle de l'acide citrique est dit amphipathique.
- ☐ 5 Sur les 8 réactions du cycle, 4 produisent du NADH, H^+ .

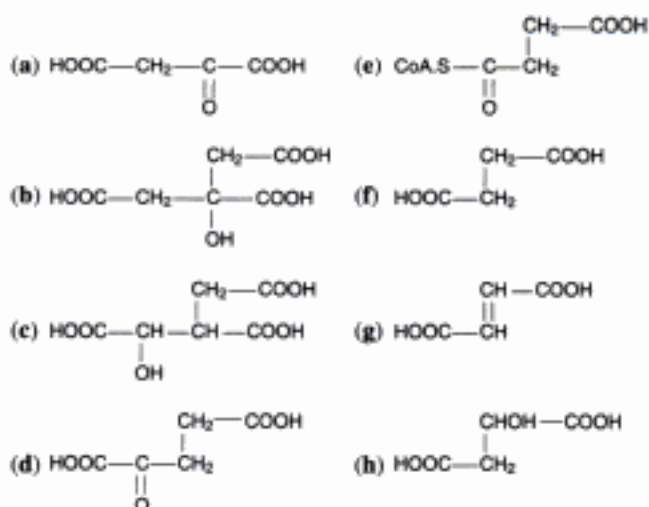
3. Pourquoi, où et quand ? (2)

Grâce au cycle de l'acide citrique, des interconversions sont possibles entre glucides, acides gras et acides aminés. Lesquelles ?



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

4. Comment ? (1)



Pour chacune des molécules précédentes (la liste ci-dessus suit l'ordre des 8 réactions du cycle), donnez son nom :

- | | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| 1 citrate | 4 isocitrate | 7 succinate |
| 2 α -cétylglutarate | 5 malate | 8 succinyl-CoA |
| 3 fumarate | 6 oxaloacétate | |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

et celui de l'enzyme qui catalyse la réaction du cycle dont cette molécule est substrat :

- | | |
|------------------------|---|
| 1 aconitase | 5 isocitrate déshydrogénase |
| 2 citrate synthase | 6 α -cétylglutarate déshydrogénase |
| 3 fumarase | 7 malate déshydrogénase |
| 4 succinate thiokinase | 8 succinate déshydrogénase |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

5. Comment ? (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Les atomes de carbone de l'acétyl-CoA sont éliminés sous forme de CO_2 au cours du premier tour qui suit leur entrée dans le cycle.
- ☐ 2 Dans le foie et les reins, la voie anapérotrique majeure est catalysée par la *pyruvate carboxylase*.
- ☐ 3 Dans les muscles, la voie anapérotrique majeure est catalysée par la *phosphoenolpyruvate carboxykinase*.
- ☐ 4 Dans les hépatocytes, le cycle du glyoxylate permet la synthèse de glucides à partir de lipides.
- ☐ 5 L'*isocitrate lyase* est spécifique du cycle du glyoxylate.

6. Régulation du cycle de l'acide citrique (Voir page 85)

20 LA CHAÎNE RESPIRATOIRE ET LES OXYDATIONS PHOSPHORYLANTES

(→ REPONSES page 76)

1. Qu'est-ce ?

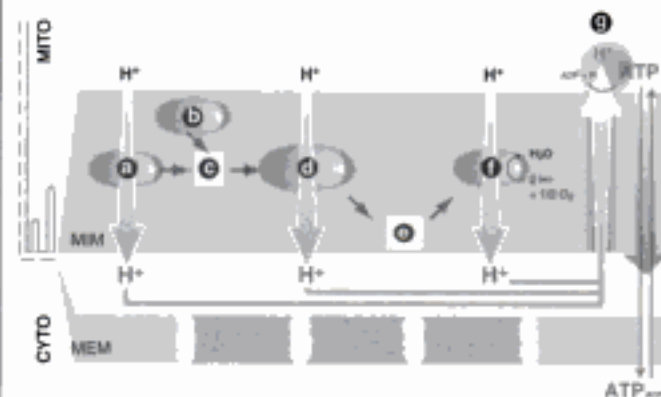
Mettez dans l'ordre logique ces 4 événements fondamentaux des oxydations phosphorylantes :

- 1 Au niveau de 3 complexes fixes de la chaîne respiratoire, la variation de potentiel est suffisante pour permettre le pompage de protons de la face matricielle vers la face cytosolique de la membrane interne mitochondriale. Il se crée un gradient transmembranaire de protons.
- 2 Les équivalents réducteurs des coenzymes réduits sont transférés de couple redox en couple redox dans le sens du gradient de potentiel du plus négatif au plus positif.
- 3 Les protons accumulés dans l'espace intermembranaire rejoignent la matrice grâce à un canal à protons (sous-unité F_0) lié à l'*ATPase-ATP synthase* (sous-unité F_1), l'ensemble couplant ainsi la dissipation du gradient de protons à la synthèse endergonique d'ATP.
- 4 Dans la membrane interne mitochondriale (ou dans la membrane plasmique des bactéries aérobies), les NADH , H^+ et FADH_2 sont réoxydés grâce à la chaîne respiratoire.



2. Comment ? (1)

Légendez ce schéma de la chaîne respiratoire :

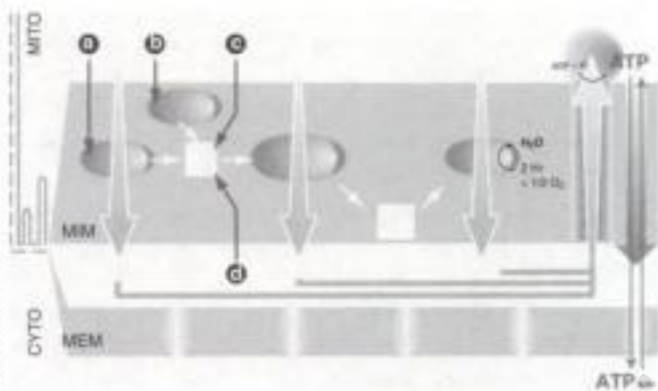


- 1 ATPase-ATP synthase
- 2 coenzyme Q
- 3 cytochrome c
- 4 cytochrome c oxydase (complexe IV)
- 5 coenzyme QH₂-cytochrome c oxydoréductase (complexe III)
- 6 NADH-coenzyme Q oxydoréductase (complexe I)
- 7 succinate-coenzyme Q oxydoréductase (complexe II)

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

3. Comment ? (2)

Légendez ce schéma de la chaîne respiratoire :

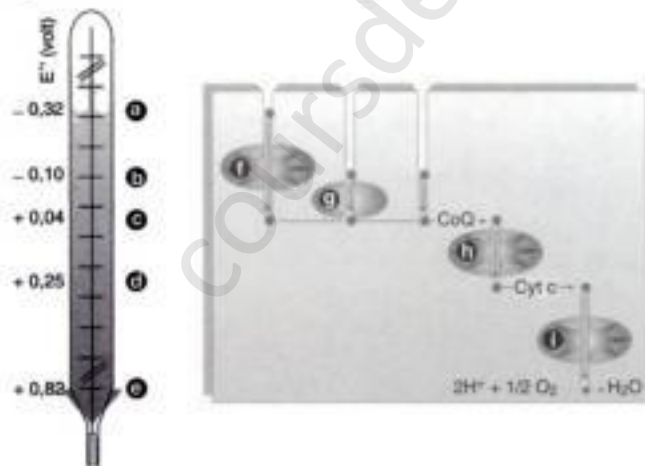


- 1 FADH₂ issu de la β -oxydation
- 2 FADH₂ issu du cycle de Krebs
- 3 FADH₂ issu de la glycolyse (via navette du glycérol-3-phosphate)
- 4 NADH, H⁺ issu de la β -oxydation
- 5 NADH, H⁺ issu du cycle de Krebs

(a) (b) (c) (d)

4. Comment ? (3)

Légendez ce schéma de la chaîne respiratoire :



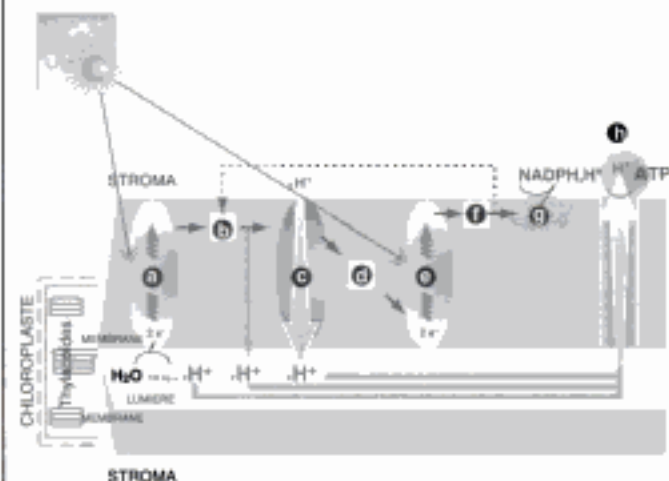
- 1 CoQ / CoQH₂
- 2 Cyt c (Fe⁺⁺⁺) / Cyt c (Fe⁺⁺)
- 3 FAD / FADH₂
- 4 NAD⁺ / NADH, H⁺
- 5 O₂ / H₂O
- 6 cytochrome c oxydase (complexe IV)
- 7 coenzyme QH₂-cytochrome c oxydoréductase (complexe III)
- 8 NADH-coenzyme Q oxydoréductase (complexe I)
- 9 succinate-coenzyme Q oxydoréductase (complexe II)

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i)

21 LA PHOTOSYNTHESE (phase lumineuse)

(→ REPONSES page 76)

1. Qu'est-ce ?



Légendez ce schéma de la photosynthèse :

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 <i>ATPase-ATP synthase</i> | 5 photosystème I (PS I) |
| 2 <i>complexe b6f</i> | 6 photosystème II (PS II) |
| 3 <i>ferredoxine (Fd)</i> | 7 <i>plastocyanine (PC)</i> |
| 4 <i>ferredoxine-NADP réductase</i> | 8 <i>plastoquinone (PQ)</i> |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

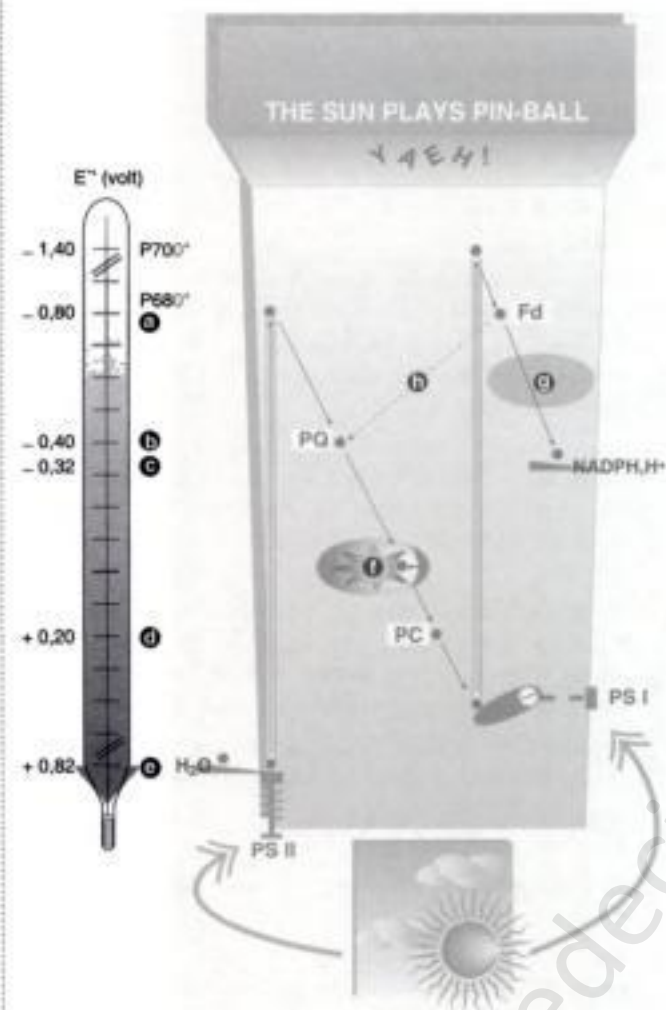
2. Comment ? (1)

Pendant la phase lumineuse, dans les chloroplastes, des réactions photochimiques produisent l'ATP et le NADPH, H^+ nécessaires aux réactions de la phase obscure (cycle de Calvin). Mettez dans l'ordre logique ces 9 événements fondamentaux de la photosynthèse (phase lumineuse) :

- 1 Au sein du *complexe b6f*, les 2 électrons de la plastoquinone réduite sont transférés à la plastocyanine qui est à son tour réduite.
- 2 Les protons accumulés dans la lumière du thylacoïde rejoignent le stroma grâce à un canal à protons (sous-unité F_0) lié à l'*ATPase-ATP synthase* (sous-unité F_1), l'ensemble couplant ainsi la dissipation du gradient de protons à la synthèse endergonique d'ATP.
- 3 Au sein du photosystème II (PS II), le centre réactionnel P680, excité par un photon, transfère un électron à un accepteur, la phéophytine, le trou électronique étant comblé par un électron libéré par la photolyse de l'eau ($2 H_2O + 4 \text{ photons} \rightarrow 4 e^- + 4 H^+ + O_2$).
- 4 Un gradient transmembranaire de protons entre la lumière du thylacoïde et le stroma s'établit grâce aux protons issus de la photolyse de l'eau, de la réoxydation de la plastoquinone et du "pompage" de protons au niveau du *complexe b6f*.
- 5 En présence de la *ferredoxine-NADP réductase*, la ferrédoxine réduite cède ses 2 électrons au NADP $^+$ qui est réduit.
- 6 La phéophytine réduite du PS II réduit à son tour la plastoquinone libre.
- 7 La "phéophytine" réduite du PS I réduit à son tour la ferrédoxine.
- 8 Au sein du photosystème I (PS I), le centre réactionnel P700, excité par un photon, transfère un électron à un accepteur, molécule semblable à la phéophytine, le trou électronique étant comblé par un électron cédé par la plastocyanine réduite.
- 9 Alternativement, la ferrédoxine réduite peut céder ses électrons à la plastoquinone, "bouclant" la photophosphorylation en un mode cyclique qui ne fait plus intervenir que le PS I et ne produit plus que de l'ATP.



3. Comment ? (2)



Légendez ce schéma de la photosynthèse :

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1 complexe b_6/f | 5 O_2 / H_2O |
| 2 Fd_{ox} / Fd_{red} | 6 PC / PCH_2 |
| 3 $Fd-NADP$ réductase | 7 photophosphorylation cyclique |
| 4 $NADP^+ / NADPH, H^+$ | 8 PQ / PQH_2 |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

22 LE METABOLISME DES ACIDES AMINES : GENERALITES

(→ REPONSES page 77)

1. Généralités (1)

- ☐ 1 Les protéines alimentaires sont entièrement catabolisées en acides aminés dans la lumière intestinale.
- ☐ 2 La durée de demi-vie d'une protéine tissulaire est de quelques heures.
- ☐ 3 Les *cathepsines* sont des enzymes cytosoliques.
- ☐ 4 La digestion lysosomale des protéines tissulaires nécessite de l'ATP.
- ☐ 5 L'ubiquitine est la forme active de l'ubiquinone.
- ☐ 6 Le protéasome est un organe cellulaire.

2. Généralités (2)

- | | |
|-----------------------|--------------|
| (a) aminopeptidases | (d) élastase |
| (b) carboxypeptidases | (e) pepsine |
| (c) chymotrypsine | (f) trypsine |

A chacun des enzymes protéolytiques digestifs précédents, associez son origine organique :

- 1 estomac 2 pancréas 3 intestin grêle

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

23 LE CATABOLISME DE L'AZOTE AMINE DES ACIDES AMINES

(→ REPONSES page 77)

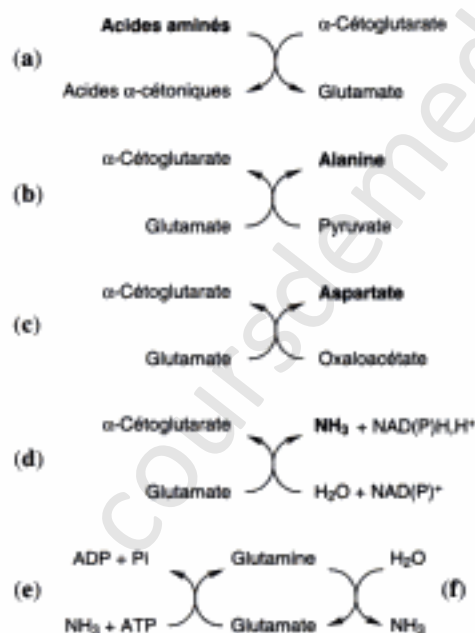
1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Le catabolisme de l'azote aminé des acides aminés commence dans l'intestin, dans les muscles et dans le foie.
- ☐ 2 Le catabolisme de l'azote aminé s'achève dans le foie par l'ammoniogenèse et dans les reins par l'uréogénèse.
- ☐ 3 NH_4^+ , alanine et glutamine sont les formes circulantes atoxiques de l'azote aminé.
- ☐ 4 Aspartate et NH_4^+ sont les 2 précurseurs de la synthèse de l'urée.
- ☐ 5 Chez l'Homme, l'azote aminé des acides aminés est éliminé hors de l'organisme sous la forme de NH_4^+ , d'urée et d'acide urique.

2. Comment ? (1)

Pour chacune des réactions suivantes impliquées dans le catabolisme de l'azote aminé :



indiquez sa nature :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1 désamination oxydative | 3 synthèse de la glutamine |
| 2 hydrolyse de la glutamine | 4 transamination |

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

et donnez le nom de l'enzyme qui la catalyse :

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1 glutamate déshydrogénase | 4 glutaminase |
| 2 ASAT | 5 glutamine synthétase |
| 3 ALAT | 6 aminotransférase |

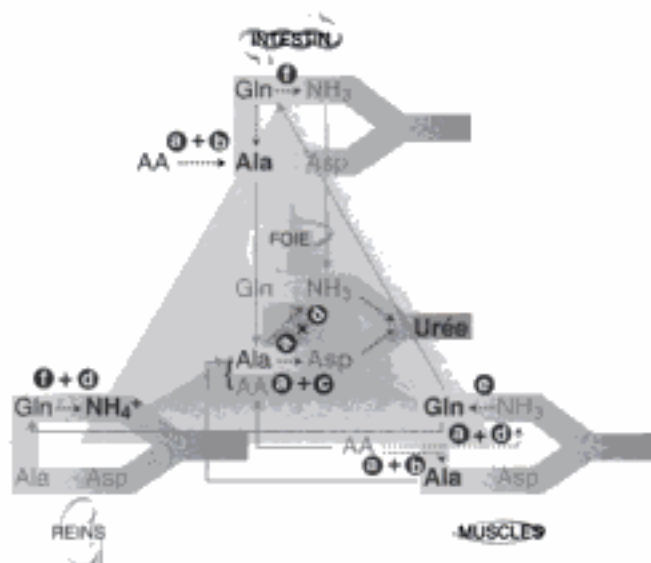
(a) (b) (c) (d) (e) (f)

3. Comment ? (2)

- ☐ 1 L'azote aminé des acides aminés peut être enlevé par transdésamination ou par double transamination.
- ☐ 2 La leucine est le seul acide aminé non transaminable.
- ☐ 3 Le coenzyme des aminotransférases est le phosphate pyridoxal.
- ☐ 4 La glutamate déshydrogénase n'admet comme coenzyme que le NADP.
- ☐ 5 Une partie du NH_4^+ du sang portal provient des bactéries intestinales.

4. Comment ? (3)

Précisez, dans chaque organe, la nature des réactions (indiquées par une lettre) qui s'y déroulent :



Les flèches grises indiquent la circulation des molécules (acides aminés, alanine, glutamine et NH_3), entre les organes (intestin, muscles, reins et foie).

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1 désamination oxydative | 4 transamination (ALAT) |
| 2 hydrolyse de la glutamine | 5 transamination (ASAT) |
| 3 synthèse de la glutamine | 6 transamination (AT) |

(a) (b) (c) (d) (e) (f)



5. Cycle de l'ornithine

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| (a) ornithine transcarbamoylase | (c) argininosuccinase |
| (b) argininosuccinate synthétase | (d) arginase |

Pour chacun des enzymes précédents du cycle (donnés dans l'ordre), nommez son (ou ses) produit(s) :

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1 arginine | 5 citrulline |
| 2 argininosuccinate | 6 fumarate |
| 3 aspartate | 7 ornithine |
| 4 carbamoyl phosphate | 8 urée |

(a) (b) (c) (d)



24 LE CATABOLISME DU RADICAL CARBONE DES ACIDES AMINES

(→ REPONSES page 78)

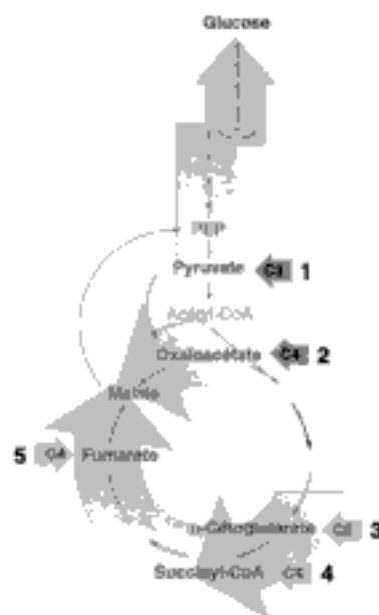
1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Le catabolisme du radical carboné des acides aminés a lieu surtout dans l'intestin et les muscles (où a lieu la protéolyse).
- ☐ 2 *Yseut (Ile) au lit (Lys) fait (Phe) triquer (Trp) le (Leu) satyre (Tyr)* est le moyen mnémotechnique (*hard !*) qui permet de se rappeler la liste des acides aminés glucoformateurs.
- ☐ 3 Le catabolisme du radical carboné d'un acide aminé mixte rejoint à la fois la néoglucogenèse et la céto-genèse.
- ☐ 4 Au cours du jeûne prolongé, les acides aminés sont utilisés à fin énergétique.
- ☐ 5 Lors d'un régime amaigrissant hyperprotéique, les acides aminés peuvent être transformés en lipides.

2. Comment ? (1)

Le catabolisme du squelette carboné des 19 acides aminés glucoformateurs rejoint des intermédiaires de la glycolyse et du cycle de l'acide citrique :



Associez à chacun de ces acides aminés l'entrée correcte dans le métabolisme intermédiaire :

- | | | |
|----------------|-------------------|-----------------|
| (a) alanine | (h) glycolle | (o) sérine |
| (b) arginine | (i) histidine | (p) thréonine |
| (c) asparagine | (j) isoleucine | (q) tryptophane |
| (d) aspartate | (k) lysine | (r) tyrosine |
| (e) cystéine | (l) méthionine | (s) valine |
| (f) glutamate | (m) phénylalanine | |
| (g) glutamine | (n) proline | |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)

(k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s)

3. Comment ? (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 La leucine est le seul acide aminé cétoformateur dont le catabolisme rejoint un intermédiaire de la synthèse du cholestérol.
- ☐ 2 Le catabolisme de la phénylalanine produit de la tyrosine.
- ☐ 3 La valine, la leucine et l'isoleucine, transaminés principalement dans les muscles et le cerveau, ont un catabolisme hépatique de leur radical carboné qui évoque la β -oxydation des acides gras.
- ☐ 4 Le sérine, la méthionine et l'histidine sont des acides aminés donneurs de groupement monocarboné.
- ☐ 5 Le catabolisme de la méthionine conduit à la synthèse de la cystéine.
- ☐ 6 La catabolisme de l'arginine produit, entre autres, de l'urée.

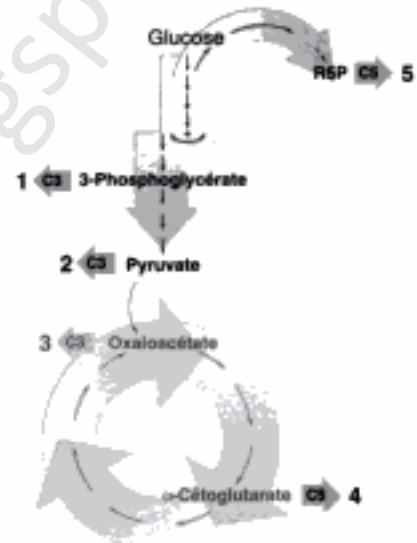
25 LA SYNTHÈSE DES ACIDES AMINÉS

(→ REPONSES page 79)

1. Comment ? (1)

- | | | |
|---------------|---------------|------------|
| (a) alanine | (c) glutamate | (e) sérine |
| (b) aspartate | (d) histidine | |

Ces 5 acides aminés non indispensables sont issus d'intermédiaires de la glycolyse, du cycle de l'acide citrique et de la voie des pentoses phosphate :



Associez à chacun d'eux la " sortie " correcte :

(a) (b) (c) (d) (e)

2. Comment ? (2)

- | | | |
|----------------|---------------|--------------|
| (a) arginine | (d) glutamine | (g) tyrosine |
| (b) asparagine | (e) glycolle | |
| (c) cystéine | (f) proline | |

Ces 7 acides aminés non indispensables sont issus de 4 autres acides aminés :

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1 aspartate | 3 phénylalanine |
| 2 glutamate | 4 sérine |

Associez à chacun des acides aminés non indispensables précédents l'acide aminé dont il est issu :

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

26 ACIDES AMINES PRECURSEURS DE MOLECULES D'INTERET BIOLOGIQUE

(→ REPONSES page 79)

Certains acides aminés sont précurseurs de la synthèse de molécules d'intérêt biologique, tout ou partie de leur molécule y participant. Associez à ces molécules le (ou les) (3 au plus) acide(s) aminé(s) dont elles dérivent :

- (a) adrénaline
- (b) conjugués hépatiques
- (c) créatine
- (d) dopamine
- (e) éthanolamine
- (f) GABA
- (g) glutathion
- (h) hème
- (i) histamine
- (j) hormones thyroïdiennes
- (k) mélanines
- (l) monoxyde d'azote
- (m) noradrénaline
- (n) purines
- (o) pyrimidines
- (p) sérotonine

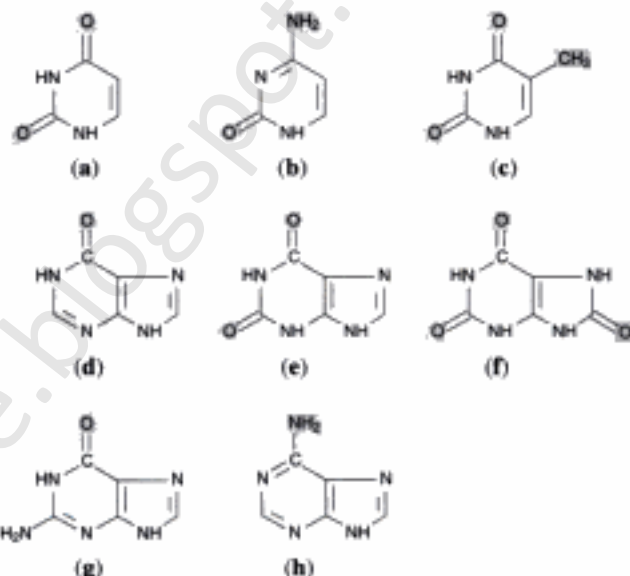
- 1 arginine
- 2 aspartate
- 3 cystéine
- 4 glutamate
- 5 glutamine
- 6 glycolle
- 7 histidine
- 8 méthionine
- 9 sérine
- 10 tryptophane
- 11 tyrosine

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)

27 LE METABOLISME DES NUCLEOTIDES

(→ REPONSES page 80)

1. Qu'est-ce ? (1)



Donnez le nom de chacune des bases puriques ou pyrimidiques :

- 1 acide urique
- 2 adénine
- 3 cytosine
- 4 guanine
- 5 hypoxanthine
- 6 uracile
- 7 thymine
- 8 xanthine

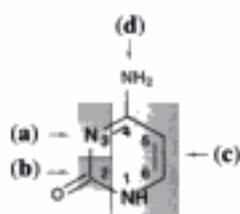
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)

2. Qu'est-ce ? (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Un nucléotide est un nucléoside mono-, di- ou triphosphate.
- ☐ 2 A pH physiologique, toutes les bases sont sous forme lactame (cétol).
- ☐ 3 Dans les nucléotides, les pentoses ont une configuration anomérique α ou β .
- ☐ 4 Un nucléoside peut être estérifié en C-3' ou en C-5' du pentose.
- ☐ 5 A pH physiologique, l'ATP porte 3 charges négatives.

3. Comment ? (1)

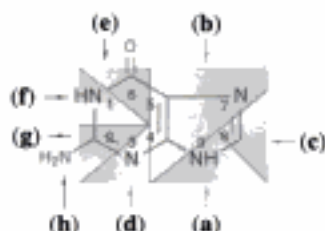


Indiquez la provenance anabolique de chaque atome ou groupement d'atomes constitutif de la cytosine :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 aspartate | 4 glutamine |
| 2 CO_2 | 5 NH_3 |
| 3 glycolle | 6 sérine |

(a) (b) (c) (d)

4. Comment ? (2)



Indiquez la provenance anabolique de chaque atome ou groupement d'atomes constitutif de la guanine :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 aspartate | 4 glutamine |
| 2 CO_2 | 5 NH_3 |
| 3 glycolle | 6 sérine |

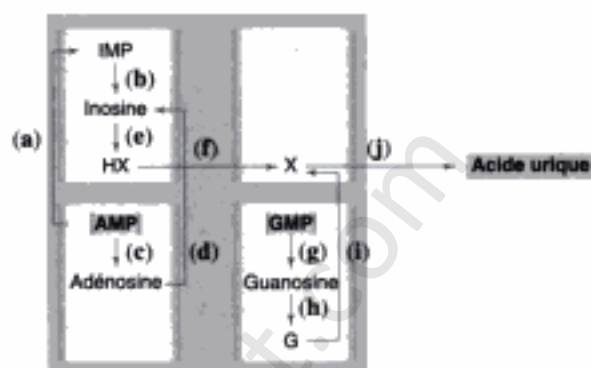
(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

5. Comment ? (3)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 Le cycle purique est synthétisé sous forme libre.
- ☐ 2 Le cycle pyrimidique est synthétisé sous forme libre.
- ☐ 3 Les dNTP (sauf le dTTP) sont synthétisés à partir des NTP correspondants grâce à la ribonucléotide réductase.
- ☐ 4 La synthèse *de novo* d'une molécule d'ATP consomme plusieurs molécules d'ATP.
- ☐ 5 Seul le recyclage des purines est possible.

6. Comment ? (4)

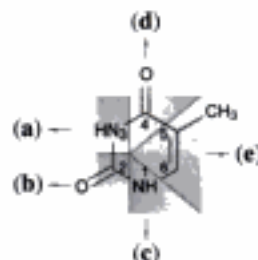


Indiquez le nom des enzymes impliqués dans le catabolisme des nucléotides puriques :

- 1 adénosine désaminase
- 2 AMP désaminase
- 3 guanine désaminase
- 4 5'-nucléotidase
- 5 purine nucléoside phosphorylase
- 6 xanthine oxydase

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j)

7. Comment ? (5)



Indiquez la destination catabolique de chaque atome ou groupement d'atomes constitutifs de la thymine :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 acétyl-CoA | 4 glutamate |
| 2 aspartate | 5 NH_3 |
| 3 CO_2 | 6 propionyl-CoA |

(a) (b) (c) (d) (e)

8. Régulation de la synthèse des nucléotides (Voir page 86)

28 LE METABOLISME DE L'HEME

(→ REPONSES page 81)

1. Qu'est-ce ? (1)

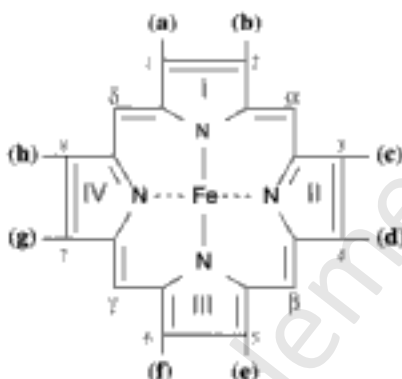
- | | |
|-------------|----------------|
| 1 cobalt | 6 méthyle |
| 2 conjuguée | 7 porphine |
| 3 fer | 8 porphyrine |
| 4 malonique | 9 pyrrole |
| 5 méthène | 10 pyrrolidine |

Mettez le mot juste à sa juste place dans le texte qui suit :

L'hème est une ... (a) centrée sur un ion ... (b). Il est constitué de 4 noyaux ... (c) reliés entre eux par des ponts ... (d). Il s'établit un système de doubles liaisons ... (e).

(a) (b) (c) (d) (e)

2. Qu'est-ce ? (2)

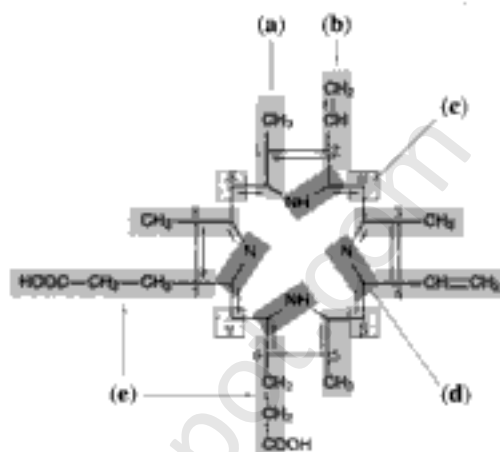


Identifiez les substituants présents dans la porphyrine de l'hème :

- 1 — CH₃ 2 — CH=CH₂ 3 — CH₂—CH₂—COOH

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)

3. Comment ? (1)

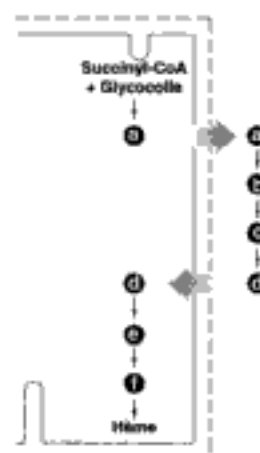


Donnez l'origine des atomes et groupements d'atomes constitutifs de la protoporphyrine III :

- 1 glycocolle 2 succinate

(a) (b) (c) (d) (e)

4. Comment ? (2)

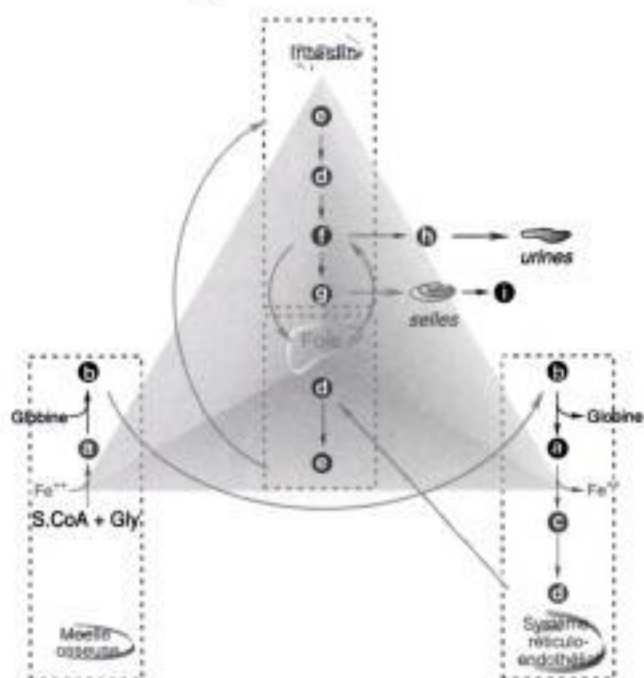


Légendez le schéma précédent :

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 delta-aminolévulinate | 4 protoporphyrine III |
| 2 coproporphyrinogène III | 5 protoporphyrinogène III |
| 3 porphobilinogène | 6 uroporphyrinogène III |

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

5. Comment ? (3)



Légendez le schéma précédent :

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1 bilirubine | 6 stercobiline |
| 2 bilirubine conjuguée | 7 stercobilinogène |
| 3 biliverdine | 8 urobiline |
| 4 hème | 9 urobilinogène |
| 5 hémoglobine | |

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i)

6. Comment ? (4)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- ☐ 1 L'hème active la synthèse de l'ALA synthase dans les réticulocytes et dans le foie.
- ☐ 2 L'hème est un inhibiteur allostérique de l'ALA synthase hépatique.
- ☐ 3 La bilirubine, molécule hydrophobe, est liée dans le sang à l'albumine.
- ☐ 4 Dans le foie, la bilirubine est conjuguée au glycoconjugé.
- ☐ 5 La conjugaison hépatique de la bilirubine est obligatoire et totale.
- ☐ 6 Le catabolisme des pigments biliaires intestinaux est le fait d'enzymes bactériens.
- ☐ 7 Le stade ultime du catabolisme de l'hème est la stercobiline dans les fèces.

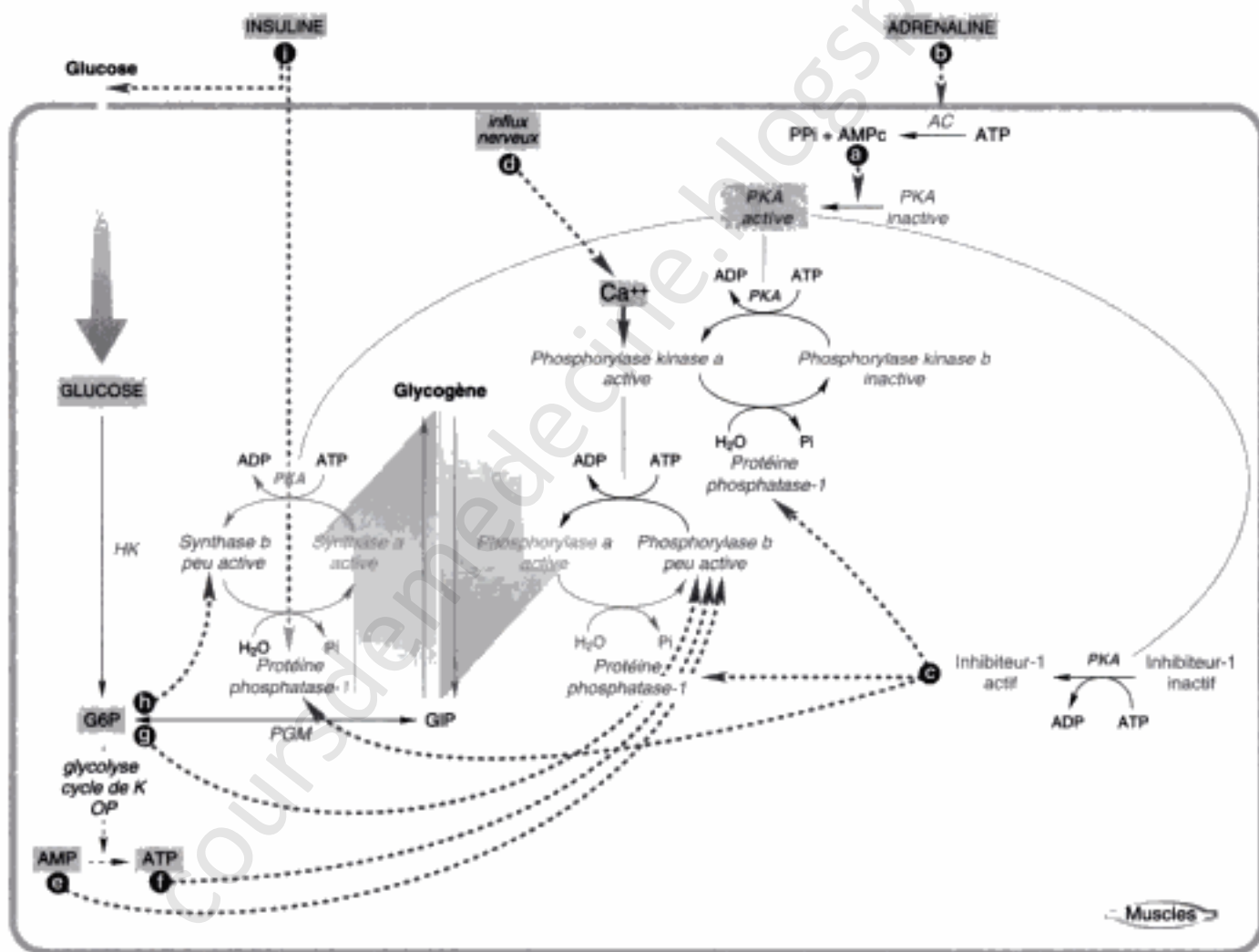
29 REGULATIONS METABOLIQUES

(→ REPONSES page 82)

1. La régulation du métabolisme du glycogène musculaire

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

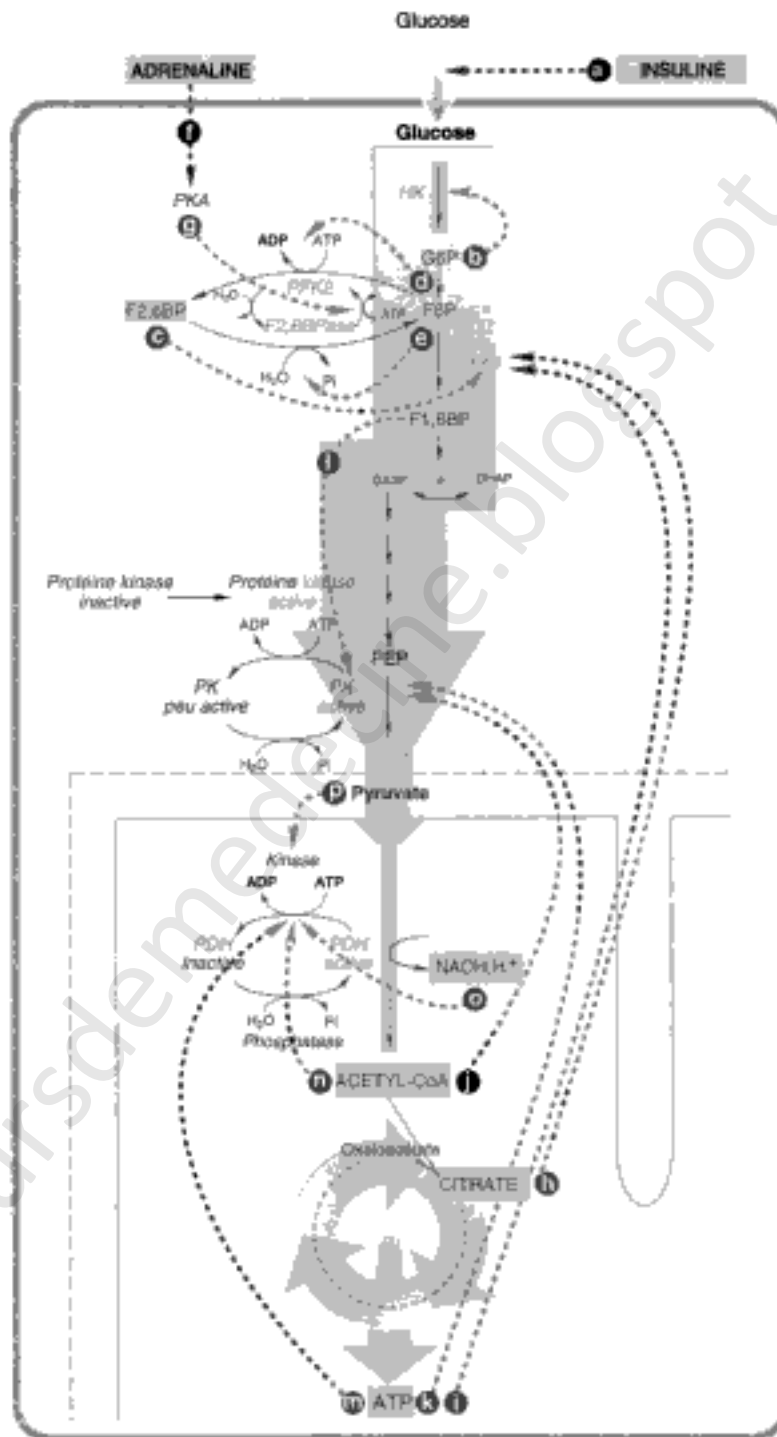
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
+									
-									



2. La régulation de la glycolyse musculaire

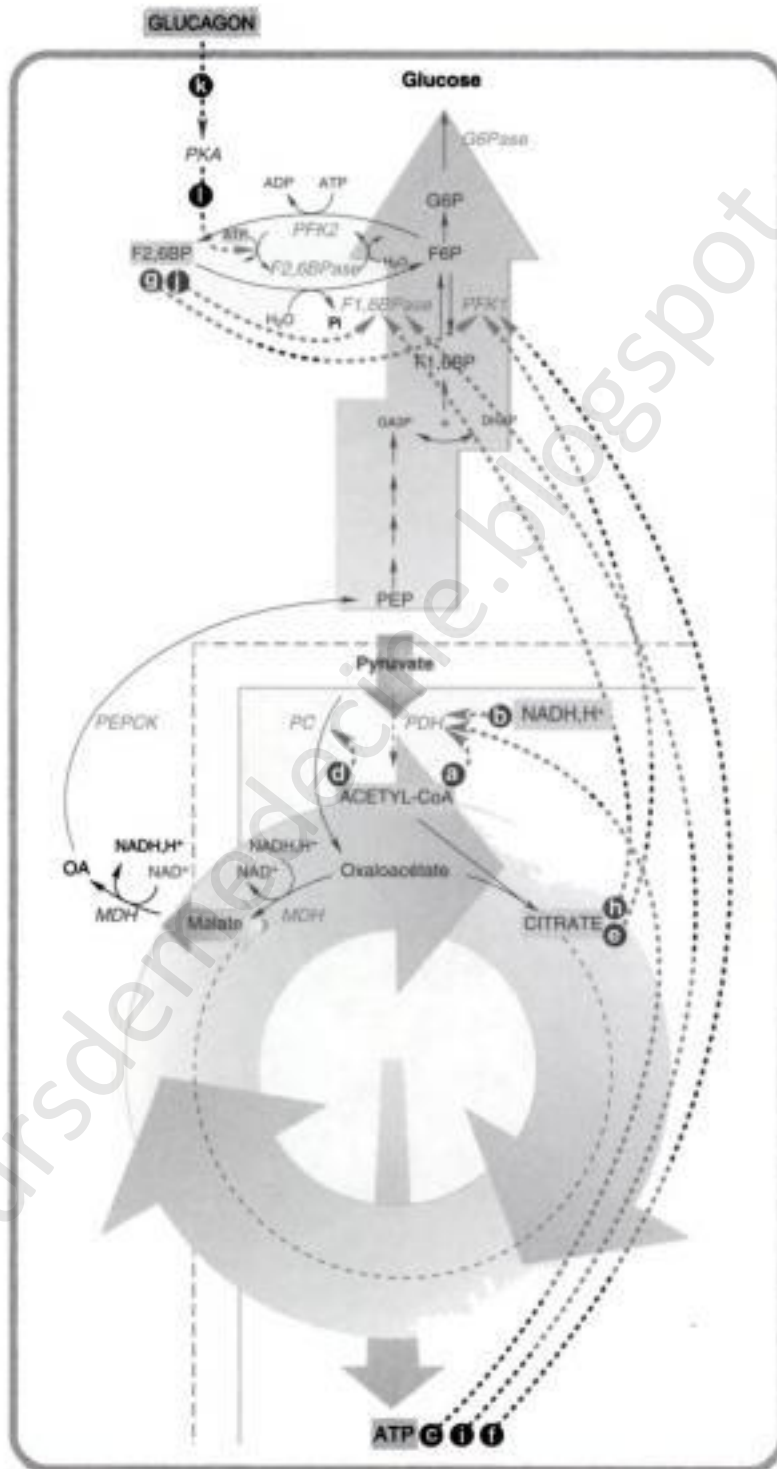
Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



3. La régulation de la néoglucogenèse

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :



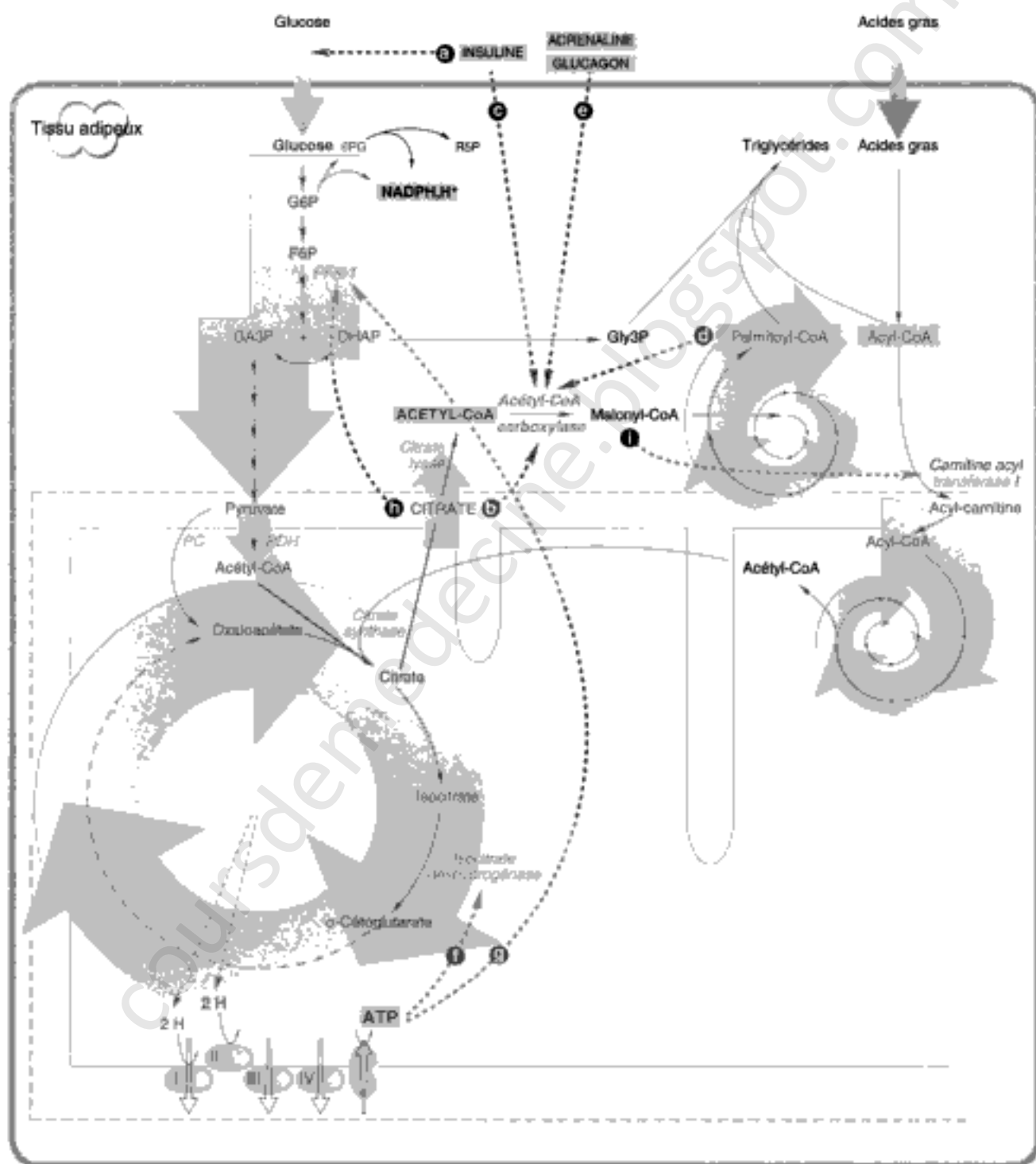
4. La régulation de la synthèse des acides gras dans le tissu adipeux

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

+

-

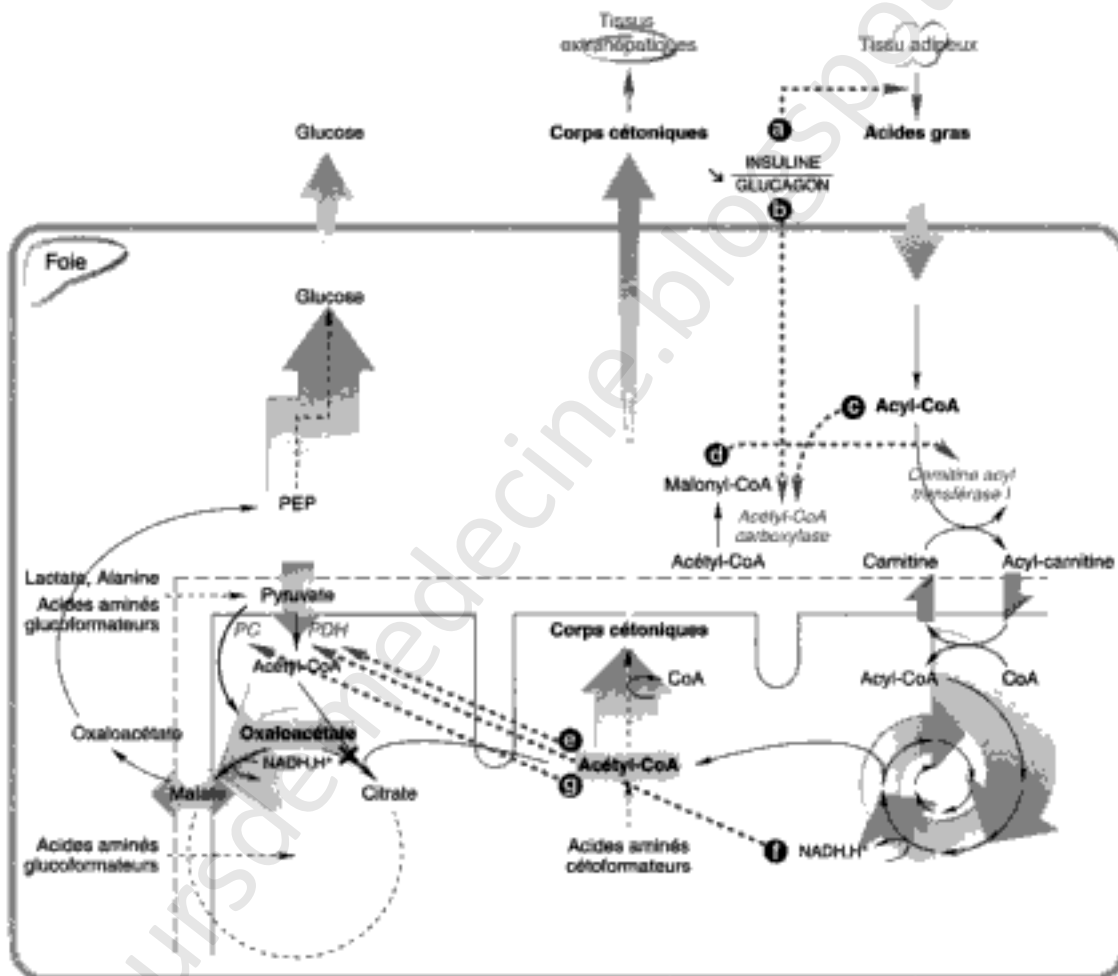
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



5. La régulation de la cétogenèse

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

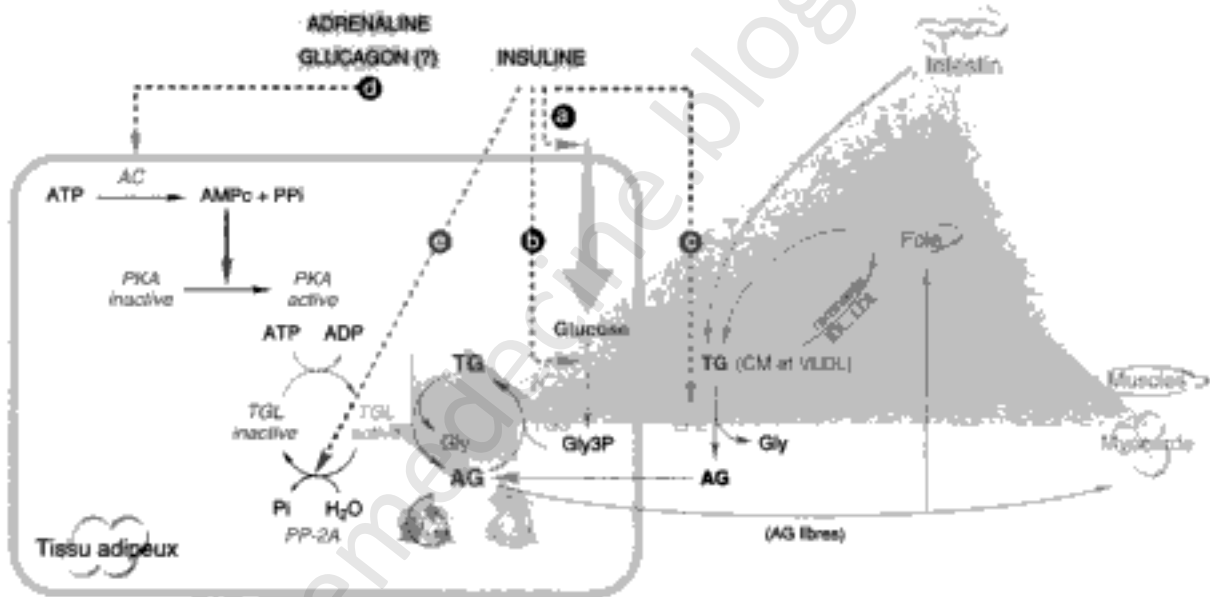
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
+	•	•	•	•	•	•	•
-	•	•	•	•	•	•	•



6. La régulation du métabolisme des triglycérides dans le tissu adipeux

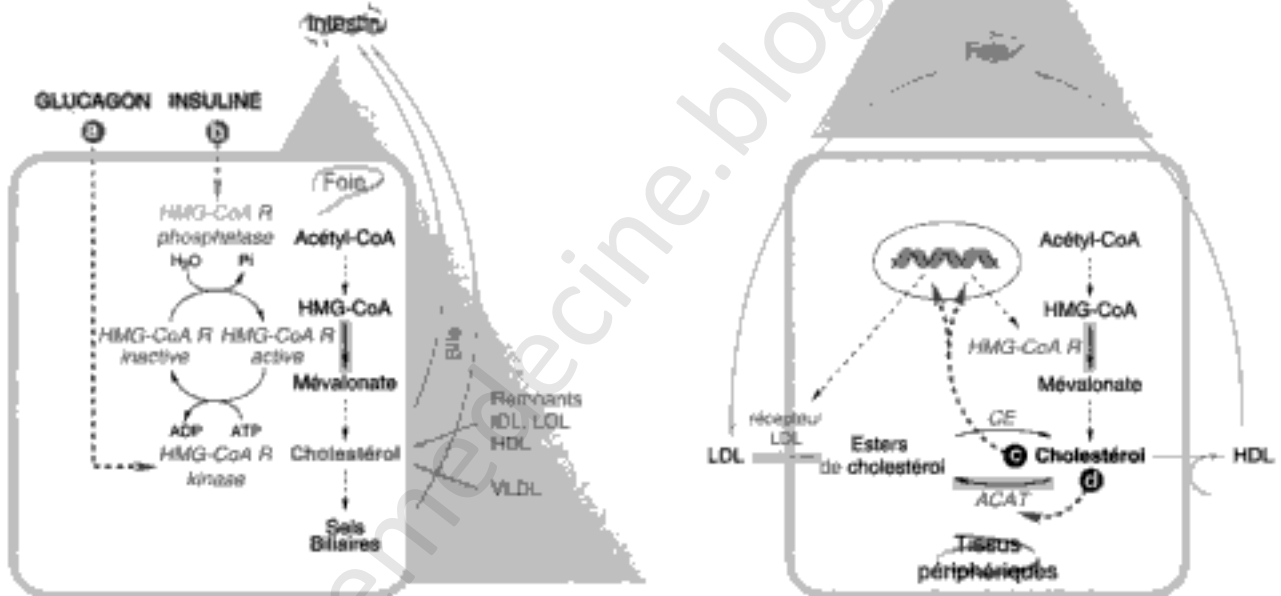
Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
+	•	•	•	•	•
-	•	•	•	•	•



7. La régulation de la synthèse du cholestérol

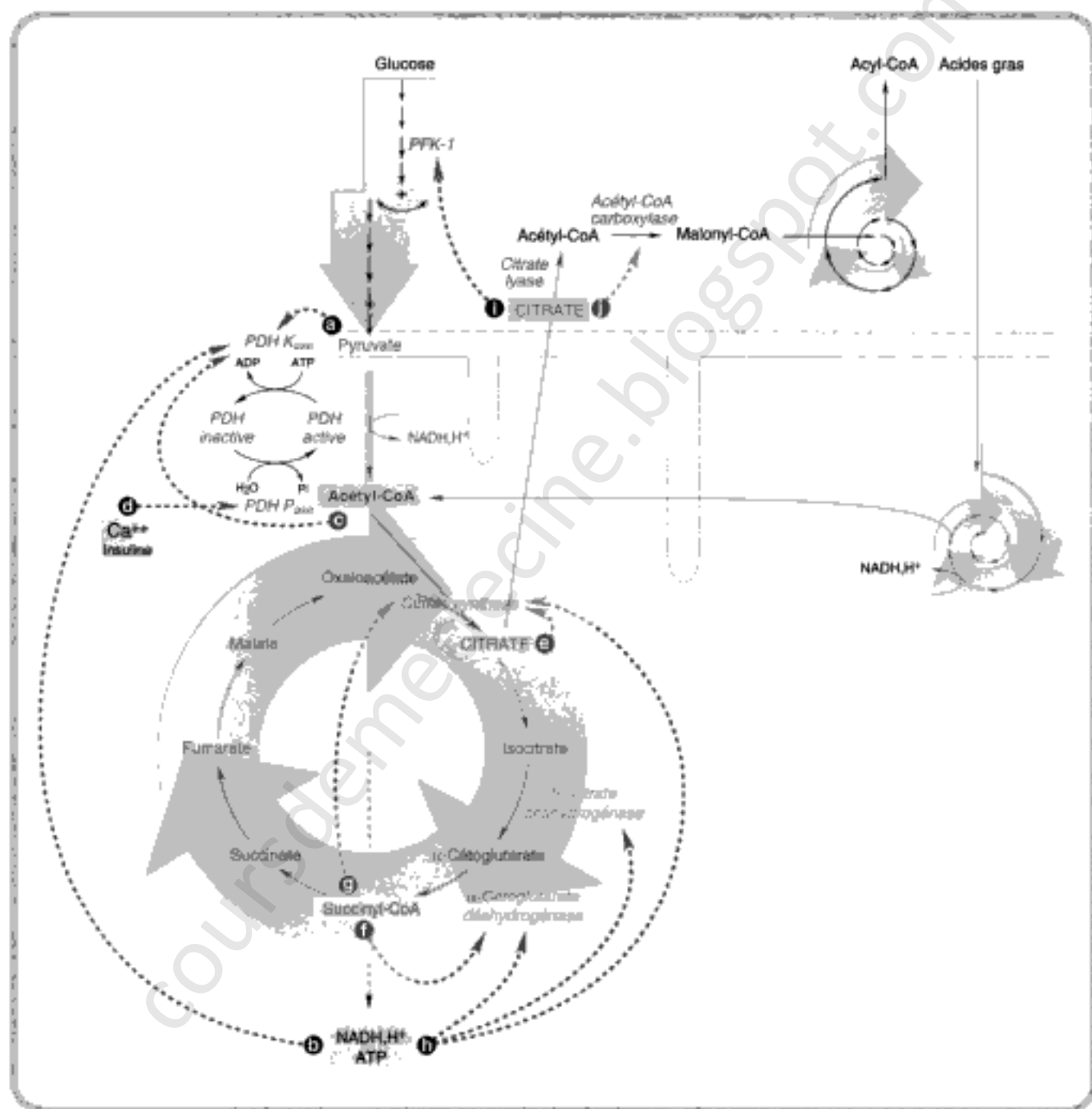
Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :



8. La régulation du cycle de l'acide citrique

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
+	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



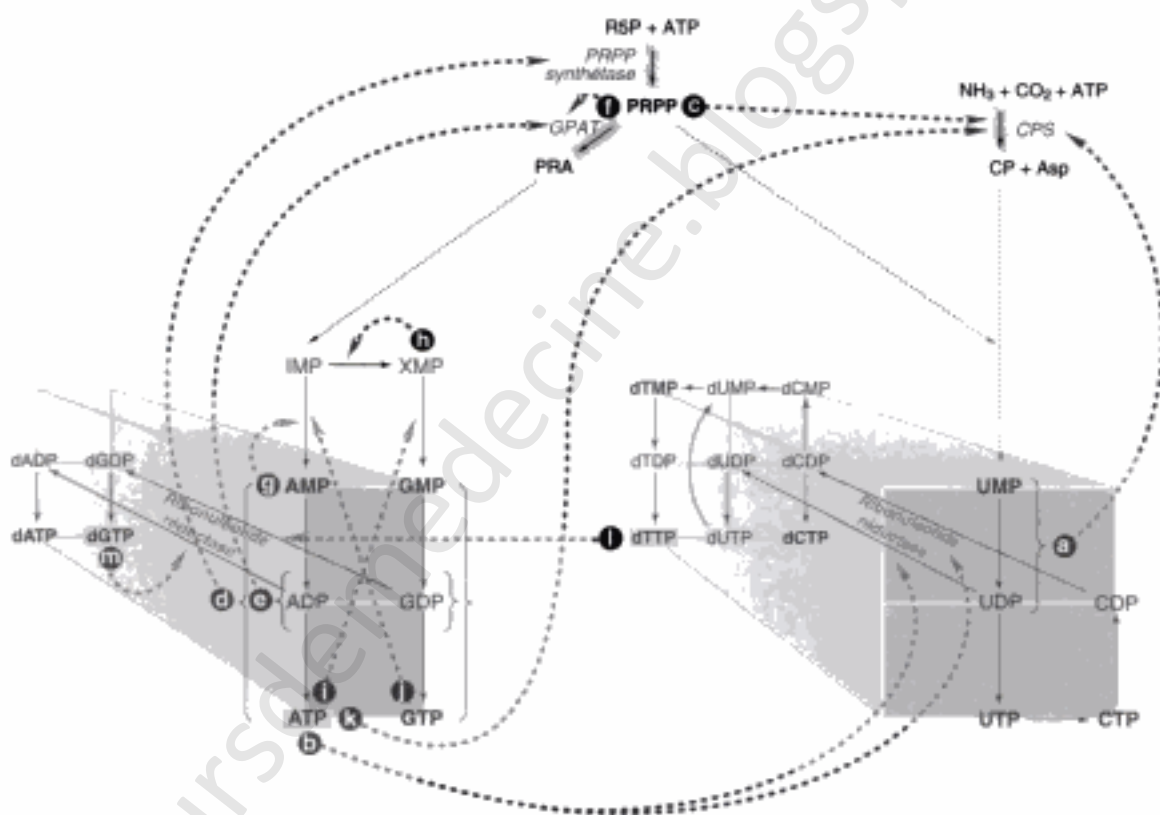
9. La régulation de la synthèse des nucléotides

Dans le schéma ci-dessous, indiquez pour chacune des voies de contrôle (flèches en pointillé désignées par une lettre) s'il s'agit d'une activation (+) ou d'une inhibition (-) :

+

-

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



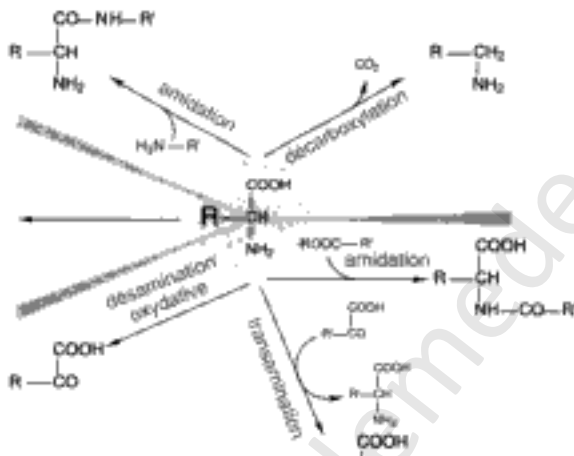
5. Le caractère amphotère (2)

- ☐ 1 Non.
- ☐ 2 Non.
- 3 Oui. Quand le pH est suffisamment alcalin (en pratique de l'ordre de 13), c'est-à-dire supérieur au pK_{NH_2} "latéral" de l'acide aminé le plus basique, tous les acides aminés ont une charge nette négative.
- ☐ 4 Vous êtes prudents...
- ☐ 5 Vous confondez avec la cigogne ou le saumon.

6. Les principales réactions (1)



Pour le groupement aminé : au côté de la désamination oxydative (rappelez-vous l'importante réaction de désamination oxydative du glutamate en α -céto-glutarate), il existe aussi des désaminations non oxydatives et désaturantes. Pour la chaîne latérale, les réactions dépendent du groupement fonctionnel : par exemple, amidation du groupement carboxyle dans la réaction glutamate \rightarrow glutamine), phosphorylation du groupement hydroxyle des sérine, thréonine et tyrosine. Et, qui n'était pas proposé, l'oxydation de la cystéine en cystine (pont disulfure).



7. Les principales réactions (2)

- ☐ 1 Non. L'ornithine, comme la citrulline, est un acide aminé intermédiaire de l'urée.
- 2 Oui. L'histamine est le produit de la décarboxylation de l'histidine par l'histidine décarboxylase.
- 3 Oui. La β -alanine est le produit de la décarboxylation de l'aspartate par l'aspartate décarboxylase.
- 4 Oui. L'éthanolamine est le produit de la décarboxylation de la sérine par la sérine décarboxylase.
- ☐ 5 Non.

2 LES PROTEINES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ QUESTIONS page 10)

1. Importance biologique

Question qui n'a d'autre intérêt que de vous rappeler ou de vous apprendre ce moyen mnémotechnique...

- ☐ 1 Non. Acrostiche : poème dont les initiales de chaque vers, lues verticalement, forment un nom ou un mot-clé. Exemple emprunté à Pierre Corneille (*Horace*) :

S'attacher au combat contre un autre soi-même,
Attaquer un parti qui prend pour défenseur
Le frère d'une femme et l'amant d'une sœur
Et, rompant tous ces noeuds, s'armer pour la patrie
Contre un sang qu'on voudrait racheter de sa vie,
Une telle vertu n'appartenait qu'à nous,
L'éclat de son grand nom lui fait peu de jaloux...

- 2 Oui. Acronyme (du grec *akros* "qui est à l'extrémité") : mot formé des premières lettres de mots différents (exemple : INSERM). Quelques exemples : **Protection** : les anticorps ; **Régulation** : les hormones et leurs récepteurs, les facteurs de transcription ; **mOuvement** : actine, myosine et contraction musculaire ; **Transport** : hémoglobine et O_2 et CO_2 ; **Energie** : réserve d'acides aminés ; **Influx Nerveux** : rhodopsine et vision ; **Enzymes** (il y a le choix et son embarras...) ; **Structure** : collagène et tissu conjonctif.

- ☐ 3 Non. Acrosome : organe situé à l'extrémité antérieure des spermatozoïdes.
- ☐ 4 Non. Acromion : apophyse prolongeant l'épine de l'omoplate.
- ☐ 5 Non. Rigolo, va !

2. Classification



Les **protéines globulaires** sont **sphéroïdes** et **solubles** dans l'eau (les chaînes latérales hydrophobes des acides aminés sont enfouies à l'intérieur de la molécule, tandis que les chaînes latérales hydrophiles sont tournées vers l'extérieur). Parmi elles, on trouve les enzymes, les hormones, les anticorps... Presque toutes sont des **hétéroprotéines** (la molécule comporte une partie non protéique). Les **protéines fibreuses** sont **filiformes** et **insolubles** dans l'eau (les chaînes latérales des acides aminés, la plupart hydrophobes, sont tournées vers l'extérieur de l'hélice α). Elles remplissent des fonctions structurales ou protectrices. La plupart sont des **holoprotéines**.

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

distingue par l'absence de motif répété et de résidus hydroxylés. Par conséquent, la molécule est sous forme de pelote statistique, les molécules étant réticulées par des ponts lysine. La fibroïne (protéine de la soie), riche en petits acides aminés (glycocolle, alanine et sérine), est formée de feuillets plissés β antiparallèles très serrés par des liaisons hydrogène.

3 BIOENERGETIQUE

(→ QUESTIONS page 11)

1. La réaction chimique (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
2	2	1	1	2

2. La réaction chimique (2)

- ☐ 1 Non.
- ☒ 2 Oui.
- ☒ 3 Oui. Q'une réaction chimique soit spontanée ne signifie pas qu'elle a lieu de façon instantanée, mais que, thermodynamiquement favorable, elle est possible sans apport énergétique extérieur (elle est exergonique).
- ☒ 4 Oui. Dans les conditions cellulaires, seule la variation d'énergie libre ΔG doit être prise en compte, qui dépend de la nature des substances réagissantes ET des conditions réactionnelles (en particulier concentrations initiales des réactants).
- ☐ 5 Non. Une réaction dont la ΔG° est positive (et donc impossible dans les conditions standard) peut néanmoins avoir lieu si les substrats sont en large excès par rapport aux produits ($\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln [\text{Produits}] / [\text{Substrats}]$).

3. La variation d'énergie libre standard ΔG°

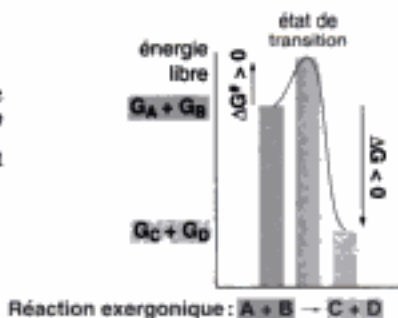
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	8	4	8	9	12

4. Variation d'énergie libre et variation d'énergie libre standard

- ☒ 1 Oui : $\Delta G^{\circ} = - RT \ln K_{eq}$
- ☒ 2 Oui : $\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln [C][D] / [A][B]$. Si $\Delta G < 0$, la réaction a lieu dans le sens A + B vers C + D ; si $\Delta G > 0$, la réaction a lieu dans le sens C + D vers A + B.
- ☒ 3 Oui (voir quelques lignes plus haut).
- ☒ 4 Oui. Quand ΔG° est proche de zéro, une faible modification des concentrations des réactants peut faire évoluer la réaction dans un sens ou dans l'autre.
- ☒ 5 Oui.

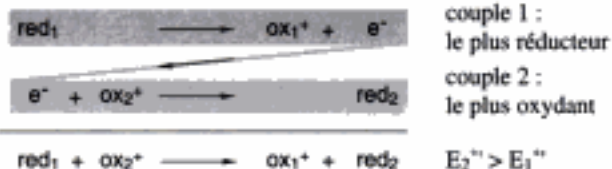
5. Energie libre d'activation ΔG^\ddagger

- ☐ 1 Non.
- ☒ 2 Oui.
- ☐ 3 Non, l'énergie libre d'activation ΔG^\ddagger d'une réaction est indépendante de ΔG .
- ☒ 4 Oui.
- ☒ 5 Oui.



6. Energie libre d'activation et potentiel redox

- ☐ 1 Non. Une réaction d'oxydoréduction met en jeu 2 couples redox.
- ☒ 2 Oui.
- ☒ 3 Oui.



- ☐ 4 Non. E° du couple redox de référence $2H^+/H_2$ est égal à 0, mais E^{ox} est égal à -0.42 v.
- ☒ 5 Oui : $\Delta G^{ox} = -nF\Delta E^{ox}$ ou $\Delta G = -nF\Delta E$.

7. L'ATP (1)

- ☐ 1 Non. Seules les 2 liaisons phosphoanhydride sont à haut potentiel d'hydrolyse, la liaison phosphoester étant "ordinaire".
- ☒ 2 Oui.
- ☒ 3 Oui.
- ☐ 4 Non. L'ATP joue un rôle central dans l'énergétique cellulaire parce que sa ΔG^{ox} est **intermédiaire** entre celle des composés "riches en énergie" et celle des "pauvres en énergie".
- ☒ 5 Oui.

8. L'ATP (2)

(a)	(b)	(c)
5	5	3
•	•	6

9. L'ATP (3)

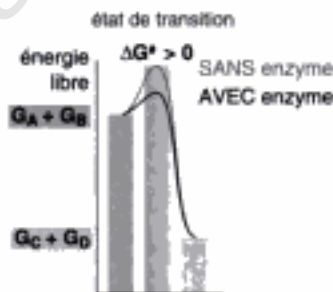
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
4	7	2	1	8

4 LES ENZYMES

(→ QUESTIONS page 13)

1. Définition et propriétés

- ☐ 1 Non. Presque tous les enzymes sont des protéines. Mais il est des exceptions : les ribozymes sont des ARN à activité catalytique.
- ☒ 2 Oui. A l'état d'équilibre de la réaction, le rapport [Produits] / [Substrats] est le même, avec ou sans enzyme.
- ☐ 3 Non. Les enzymes **diminuent** l'énergie libre d'activation d'une réaction.



Réaction exergonique : $A + B \rightarrow C + D$

- ☐ 4 Non. Les enzymes se retrouvent **intacts** à la fin de la réaction.
- ☒ 5 Oui. Les **isoenzymes** sont des protéines enzymatiques qui ont même propriété catalytique mais qui sont **codées par des gènes distincts** dont l'expression diffère d'un tissu à l'autre.

2. La cinétique enzymatique (1)



Dans l'équation de Michaelis-Menten : v_i est la vitesse initiale (à l'instant t_0) pour chaque $[S]$; elle est **proportionnelle à l'affinité de E pour S**,

V_{max} est la valeur maximale de v_i vers laquelle tend v_i quand $[S]$ devient infiniment grand : E est "à **saturation**" (toutes les molécules de E sont alors complexées à S ; en pratique $[S] = 100 K_M$), $[S]$ est la **concentration de S**,

K_M est la **constante de Michaelis-Menten** ; c'est la concentration de S correspondant à $V_{max}/2$: E est "à **demi-saturation**" (la moitié des molécules de E sont alors complexées à S) ; K_M est **inversement proportionnelle à l'affinité de E pour S**.

Hidden page

8. Classification des enzymes

- 1 **Oui.** Elles catalysent le transfert d'équivalents réducteurs sous la forme d'atomes d'hydrogène.
- 2 **Non.** Les *transférases* catalysent les réactions de transfert d'atome ou de groupement d'atomes entre molécules.
- 3 **Oui.** Les *hydrolases* et les *lyases* catalysent les réactions de coupure de liaison, les premières par l'eau, les secondes d'une autre façon.
- 4 **Non.** Les *ligases* catalysent les réactions de création de liaison avec consommation d'ATP, tandis que les *lyases* les catalysent sans consommation d'ATP.
- 5 **Non.** *Synthétase* se dit *synthetase* en anglais, et *synthase* se dit *synthase* ! Les *synthétases* ont besoin d'ATP (*ligases*), pas les *synthases* (*lyases*).
- 6 **Oui.**
- 7 **Oui.** Les *kinases* sont des *transférases* qui créent des liaisons ester phosphorique grâce à l'ATP.
- 8 **Non.** La *cucutase* n'existe pas, les cucurbitacées si. Et les cuculs aussi...

9. Régulation métabolique (1)

- (a) (b) La disponibilité en substrat S est fonction du flux métabolique $A \rightarrow S$ et de la compétition avec une éventuelle autre réaction transformant le substrat S en produit P.
- 1 3 La disponibilité en coenzyme CoE (ou cosubstrat) est fonction de l'approvisionnement en coenzyme CoE et de sa régénération sous la forme utilisée par l'enzyme.

10. Régulation métabolique (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	3	1	4	4	5

11. Régulation métabolique (3)

- 1 **Non.** Dans le contrôle de l'activité d'un enzyme par **modification covalente**, l'enzyme coexiste sous 2 formes **interconvertibles**, l'une **phosphorylée**, l'autre **non phosphorylée** ; pour un enzyme donné, l'une est **active** et l'autre **inactive** ; selon l'enzyme, la forme active est phosphorylée ou non.
- 2 **Oui.** La phosphorylation de l'enzyme se produit sur les **groupements hydroxyle** des résidus sérine, thréonine et tyrosine.
- 3 **Oui.** C'est la rétroinhibition ou *feed-back négatif*. L'activation allostérique par un substrat " amont " est caractéristique des voies anaboliques.
- 4 **Oui,** puisqu'aucune réaction biochimique n'est nécessaire.
- 5 **Oui,** sous dépendance hormonale.

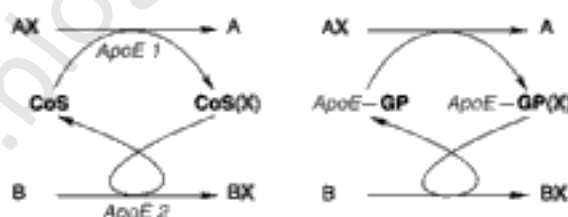
5. LES COENZYMES

5 LES COENZYMES

(→ QUESTIONS page 15)

1. Définition, propriétés et classification (1)

- 1 **Non,** à certains enzymes seulement.
- 2 **Non,** contrairement aux enzymes, ils ne sont pas de nature protéique.
- 3 **Non.** Les groupements prosthétiques (GP) sont liés de façon covalente à l'apoenzyme (ApoE), mais pas les cosubstrats (CoS).
- 4 **Oui.**



- 5 **Oui.** Généralement formés de noyaux cycliques ou hétérocycliques, ils dérivent de **vitamines**.

2. Définition, propriétés et classification (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
2	4	1	1	4	3

3. Coenzymes d'oxydoréduction (1)

(a)	(b)	(c)	(d)
7	4	4	1

4. Coenzymes d'oxydoréduction (2)

(a)	(b)	(c)	(d)
4	2	1	3

5. Coenzymes d'oxydoréduction (3)

- 1 **Non.** Le NADH, H^+ donne ses équivalents réducteurs à la chaîne respiratoire mitochondriale où l'accepteur ultime d'électrons est l' O_2 .

- 2 Non. NAD et NADP ont même potentiel redox $E^{0'} (-0.42 \text{ v})$. Le phosphate en C-2' du NADP intervient dans la spécificité de l'oxydoréductase vis-à-vis du coenzyme pyridinique.
- 3 Non. C'est le NADH, H^+ qui est produit par la plupart des réactions d'oxydation de l'anabolisme. le NADPH, H^+ est produit par quelques réactions d'oxydation seulement.
- 4 Non, FAD et FMN.
- 5 Oui (β -oxydation des acides gras, cycle de l'acide citrique...)

6. Coenzymes d'oxydoréduction (4)

- 1 Oui. Par exemple, la *pyruvate déshydrogénase* fonctionne avec 5 coenzymes, dont l'acide lipoïque et le pyrophosphate de thiamine.
- 2 Oui, en quelque sorte... L'ubiquinone ou coenzyme Q (dont l'abréviation CoQ vous a mis sur la piste) est un **transporteur mobile d'électrons de la chaîne respiratoire**.
- 3 Oui, l'ion Fer fixant réversiblement un électron.
- 4 Non. L'un des ions Fer fixe réversiblement un électron.
- 5 Oui.

7. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (1)

(a)	(b)	(c)	(d)
2	1	3	4

8. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	3	2	2	4
●	●	5	●	●

9. Coenzymes de transfert de groupement d'atomes (3)

- 1 Oui, elle nécessite de l'ATP.
- 2 Oui, ces groupements monocarbonés participant à de nombreuses réactions de synthèse (nucléotides puriques, dTMP et méthionine, elle-même donneuse de groupement méthyle).
- 3 Oui.
- 4 Non, c'est le groupement sulfhydryle terminal - SH.
- 5 Oui, c'est une **liaison thioester** à haut potentiel de transfert d'acyle.

6 LES GLUCIDES : STRUCTURE ET PROPRIETES

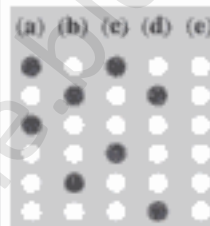
(→ QUESTIONS page 17)

1. Définition



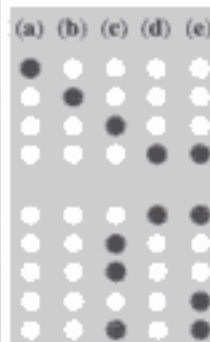
Les **glucides** sont constitués d'une ou de plusieurs **unités aldéhydriques ou cétoniques polyhydroxylées**. Ils sont, en général, très **hydrophiles** (par leurs nombreux **groupements hydroxyles**). Le groupement aldéhyde ou cétone, s'il est libre, leur confère un caractère **réducteur**.

2. Classification (1)



Les **monosaccharides** sont classés selon le **nombre de leurs atomes de carbone** et la **nature du groupement carbonyle** (aldoses ou cétones). Quant à l'aldocétose, il n'existe pas...

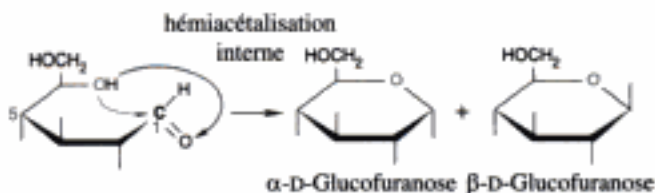
3. Classification (2)



Les **oligosaccharides** sont liés généralement à des **protéines** pour former des **glycoprotéines** où la fraction protéinique prédomine, ou quelquefois à des **lipides** (**gangliosides**). Les **homopolysaccharides** sont formés d'un seul type d'ose. Les **hétéropolysaccharides** sont formés de 2 ou plusieurs types d'ose ou dérivé d'ose différents répétés en un motif unique ; ils peuvent être liés à des **protéines** pour former les **protéoglycans** où la fraction glucidique prédomine, ou à des **peptides** pour former les **peptidoglycans**.

4. Les monosaccharides (1)

- 1 Non, c'est celle du D-glucopyranose.
- 2 Oui.
- 3 Non, sa configuration anomérique est α (le groupement hydroxyle hémiacétalique est au-dessous du plan de la molécule).



- 4 Non. L'appartenance d'un ose à la série D, **par référence au D-glyceraldéhyde**, ne préjuge pas de son pouvoir rotatoire qui peut être (+) ou (-).
- 5 Oui (aldose \rightarrow cétose).
- 6 Oui.

5. Les monosaccharides (2)



2 **énantiomères** (ou isomères optiques), comme le L-glucose (a) et le D-glucose (b), sont 2 stéréoisomères qui sont **images en miroir l'un de l'autre** (ils diffèrent par la configuration de tous leurs carbones asymétriques) ; 2 **épimères**, comme le D-glucose (b) et le D-galactose (c), sont 2 stéréoisomères qui **diffèrent par la configuration d'un seul carbone asymétrique**.

6. Les monosaccharides (3)



2 **anomères**, comme le β -D-glucose (a) et le α -D-glucose (b), sont 2 stéréoisomères qui **diffèrent par la configuration du carbone hémicétyalique** ; 2 **épimères**, comme le α -D-glucose (b) et le α -D-galactose (c), sont 2 stéréoisomères qui **diffèrent par la configuration d'un seul carbone asymétrique**.

7. Les disaccharides

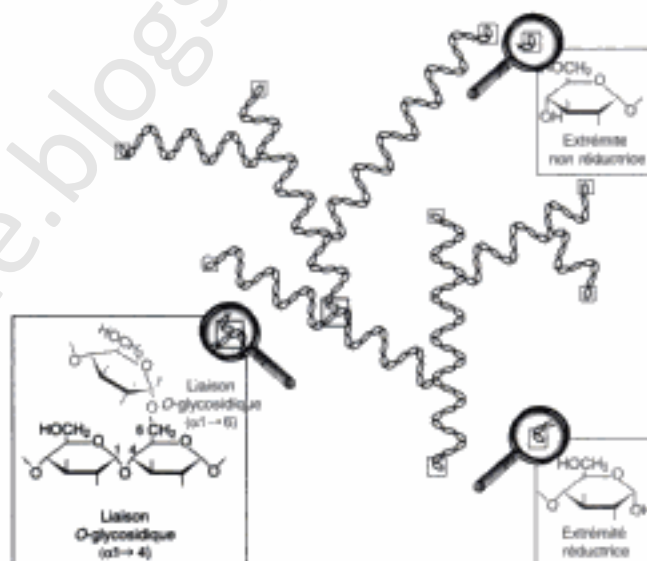


8. Les oligosaccharides

- 1 Non, c'est en général la fraction protéinique qui prédomine.
- 2 Oui.
- 3 Oui.
- 4 Non. Les chaînes oligosaccharidiques se déploient sur le " toit " cellulaire et sont impliquées dans les processus de reconnaissance cellulaire.
- 5 Non, très rarement.
- 6 Oui, liaisons **O-glycosidiques** avec les résidus **sérine** et **thréonine**, liaisons **N-glycosidiques** avec les résidus **asparagine**.

9. Les polysaccharides

- 1 Non, la chitine est un polymère de N-acétylglucosamine.
- 2 Oui.

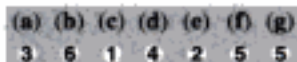


- 3 Non. Une molécule de glycogène ne compte qu'une **seule extrémité réductrice**, puisque toutes les autres extrémités ont leur unité glucose engagée par l'hydroxyle hémicétyalique dans une liaison O-glycosidique.
- 4 Oui. L'**amylopectine**, autre composant de l'amidon, est un homopolysaccharide linéaire.
- 5 Oui.

10. Glycosaminoglycanes de structure



11. Les principales réactions



Hidden page

8 LA GLYCOLYSE

(→ QUESTIONS page 19)

1. Qu'est-ce ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	3	6	7	9

2. Pourquoi, où et quand ?

- 1 Non, chez les eucaryotes et chez les procaryotes.
- 2 Non. La glycolyse est une voie énergétique dans toutes les cellules, mais à des degrés divers : des cellules glucodépendantes, comme les globules rouges et les neurones, aux cellules qui n'utilisent que peu le glucose (sauf en période post-prandiale), comme les hépatocytes ou les adipocytes, en passant par celles pour lesquelles le glucose est la seule source d'énergie dans certaines circonstances, comme les myocytes en anaérobiose.
- 3 Oui. Le catabolisme d'hexoses d'origine alimentaire (galactose, fructose...) rejoint la glycolyse.
- 4 Oui. Est substrat de la glycolyse aussi bien le glucose d'origine alimentaire que celui d'origine métabolique (néoglucogénèse, glycogénolyse).
- 5 Oui. Grâce à la glycolyse, le glucose est précurseur de molécules non glucidiques d'intérêt biologique, comme le glycérol-3-phosphate, accepteur d'acides gras ; par ailleurs, des intermédiaires de la glycolyse ou du cycle de l'acide citrique (dans lequel le pyruvate peut s'engager après carboxylation en oxaloacétate) sont précurseurs d'acides aminés.

3. Substrats et réactions (1)

La *glucokinase* a une faible affinité pour le glucose (forte K_M) : en se phosphorylant qu'une partie du glucose qui entre dans l'hépatocyte, elle maintient un état d'équilibre du glucose entre les compartiments extra- et intra-cellulaires ; elle n'est pleinement active qu'en période post-prandiale, i.e. quand la glycémie (portale) est élevée (son fort K_M lui laisse de la marge).

En revanche, l'*hexokinase* a une forte affinité pour le glucose (faible K_M) : en phosphorylant la totalité du glucose qui entre dans la cellule, elle maintient un fort gradient de glucose entre les compartiments extra- et intra-cellulaires, favorisant l'entrée du glucose dans la cellule ; elle est toujours active, même si la glycémie est faible (à cause de son faible K_M , elle "roule" à V_{max}). Allostérique, elle est inhibée par le G6P.

4. Substrats et réactions (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
2	1	10	9	6	5	8	7	4	3

(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)
3	6	5	1	10	4	8	9	2	7

5. Substrats et réactions (3)

- 1 Oui, elle appartient aussi à la glycogénogénèse et à la voie des pentoses phosphate.
- 2 Non. Les réactions irréversibles de la glycolyse sont celles qui ont une ΔG très négative : $G \rightarrow G6P$, $F \rightarrow F1,6BP$ et $PEP \rightarrow P$.
- 3 Non. Le shunt érythrocytaire du 2,3BPG, s'il annule bien le bilan énergétique de la glycolyse, permet la synthèse de 2,3BPG qui a une fonction de régulation : inhibiteur allostérique de l'hémoglobine, il en diminue l'affinité pour l' O_2 .
- 4 Oui.
- 5 Non, heureusement !
- 6 Oui.
- 7 Oui : la *pyruvate déshydrogénase* proprement dite, à groupement prosthétique pyrophosphate de thiamine, la *dihydrolipoyl transacétylase*, à groupement prosthétique acide lipoiique et à coenzyme A, et la *dihydrolipoyl déshydrogénase*, à coenzymes FAD et NAD.
- 8 Non, il est aussi le substrat de voies anaboliques (par exemple, la synthèse des acides gras).

6. La glucogénèse à partir d'autres hexoses

- 1 Non.
- 2 Oui, et à un moindre degré, dans les muscles et le tissu adipeux.
- 3 Oui, car : 1) son entrée dans la cellule via le transporteur GLUT5 n'est pas dépendant de l'insuline ; 2) il court-circuite la réaction catalysée par la *phosphofructokinase-1* qui est hautement contrôlée ($F \rightarrow F1P \rightarrow DHAP + GA$, $GA \rightarrow GA3P$). Par contre, l'absorption intestinale du fructose est plus lente que celle du glucose.
- 4 Non. Le catabolisme du galactose est surtout hépatique. Par ailleurs, dans la glande mammaire au cours de la lactation, il est précurseur du lactose.
- 5 Oui : la galactosémie congénitale est causée par le déficit en *UDP-galactose-1-phosphate uridylyltransférase*, enzyme impliqué dans la conversion du galactose en glucose.

8. La régulation de la glycolyse musculaire (Voir page 47)

Hidden page

11 LE CYCLE DE CALVIN

(→ QUESTIONS page 23)

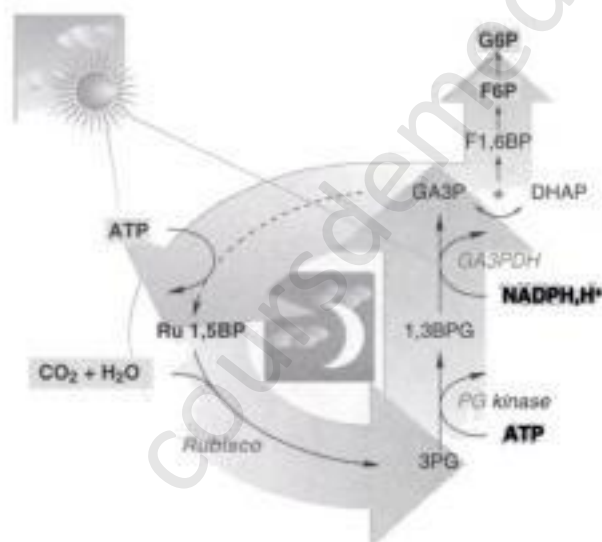
1. Qu'est-ce ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
11	2	14	15	8	7	9	3	4	6

2. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)
7	6	5	4	2	3	11	13	8	9	10	12	1

Les réactions du cycle de Calvin ont lieu en 2 phases : 1) une **phase de fixation du CO₂ et de synthèse des trioses phosphate**, en présence d'ATP et de NADPH,H⁺ : 3 molécules de ribulose-1,5-bisphosphate réagissent avec 3 molécules de CO₂ pour donner 6 molécules de glyceraldéhyde-3-phosphate ; 2) une **phase de régénération du ribulose-1,5-bisphosphate à partir des trioses phosphate** : 5 des 6 molécules de glyceraldéhyde-3-phosphate se recombinent pour redonner les 3 molécules de ribulose-1,5-bisphosphate de départ. Deux molécules de glyceraldéhyde-3-phosphate seront utilisées à la synthèse d'une molécule d'hexose phosphate.



3. Comment ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	5	3	8	7	9

Les **plantes tropicales** (maïs, canne à sucre...) vivent dans un environnement chaud et sec. Leurs stomates se ferment partiellement pour éviter la déshydratation par évaporation. Ce ralentissement des échanges gazeux fait baisser la pression de CO₂. Pour pallier cet inconvénient, il existe une "pompe métabolique" à CO₂ qui concentre ce dernier au niveau de la *rubisco*. Cette **voie de Kortschak-Hatch-Slack** est plus simplement appelée **voie en C4** parce que le CO₂ est d'abord incorporé dans des molécules à 4 atomes de carbone (oxaloacétate et malate).

12 LES LIPIDES : STRUCTURE ET PROPRIETES

(→ QUESTIONS page 24)

1. Définition

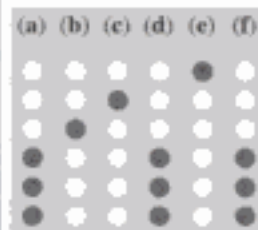
- 1 Oui.
- 2 Oui. Tous les lipides ont en commun cette caractéristique physique d'être **peu ou pas solubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques**.
- 3 Non : de l'isoprène. Tous les lipides ont en commun cette caractéristique métabolique d'être **construits à partir d'unités à 2 atomes de carbone (acétate) ou à 5 atomes de carbone (isoprène, lui-même dérivant de l'acétate)**.
- 4 Oui. Tous les lipides ont en commun cette caractéristique structurale de comporter **au moins une longue chaîne aliphatique**.
- 5 Non. Les lipides sont **formés d'acide(s) gras et d'alcool(s), à part les acides gras eux-mêmes et les isoprénoïdes**.

2. Classification

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
3	1	4	9	2	10	5	7	8	6

Les glycérophospholipides et les sphingomyélines peuvent être groupés sous le nom de **phospholipides** (ils contiennent du phosphate). Les cébrosides et les gangliosides peuvent être groupés sous le nom **sphingoglycolipides** (ils contiennent des glucides).

3. Importance biologique



Isolation électrique : en tant que constituant essentiel des membranes cellulaires, des lipides réalisent l'isolation électrique des cellules et permettent la constitution d'un potentiel électrique membranaire ; **mécanique et thermique** : les graisses corporelles ont un rôle d'isolant thermique et de protecteur mécanique de

l'organisme, par exemple au niveau sous-cutané et autour des organes internes ; **imperméable** : revêtement de surface des feuilles, des plumes... les cébrosides, très hydrophobes, préservent de l'eau. **Précurseurs** : des lipides sont transformés en d'autres molécules d'intérêt biologique : cholestérol et hormones stéroïdes, vitamines (A, D, E et K), messagers (IP₃ et DAG, céramide) et modulateurs (eicosanoïdes) cellulaires... **Ils Donnent de l'Energie** : l'oxydation des acides gras est l'une des voies essentielles de production d'énergie dans les cellules. **Structure** : phospholipides et sphingolipides,

molécules amphiphiles, sont les composants essentiels des membranes cellulaires.

4. Les différents lipides (1)

- 1 Non. Si, lors de la première étape de la synthèse des acides gras, le propionyl-CoA remplace un acétyl-CoA, l'acide gras obtenu est à nombre impair d'atomes de carbone.
- 2 Non, elles sont bien en configuration *cis* mais en position **malonique** (séparées par un atome de carbone).
- 3 Non. Si de faibles quantités d'acides gras sont solubilisées par liaison à l'albumine sérique, la **quasi totalité des acides gras sont, sous forme de triglycérides, incorporés dans des structures macromoléculaires hydrosolubles, les lipoprotéines**.
- 4 Oui. A pH 7, tous les acides gras sont ionisés et amphiphiles (petite tête polaire —COO⁻ et longue queue apolaire R).
- 5 Oui.
- 6 Oui. Le **point de fusion** des acides gras, et des triglycérides qui les contiennent, **augmente avec la longueur de la chaîne**, et, à longueur égale, **diminue avec le nombre de doubles liaisons**. Or le beurre est riche en acides gras saturés, donc il est solide à la température ambiante.

5. Les différents lipides (2)

- 1 Non.
- 2 Non. Les triglycérides sont très hydrophobes : les polarités des groupements hydroxyle du glycérol et carboxyle des acides gras "s'annulent" dans les liaisons ester.
- 3 Non, toutes les liaisons ester phosphorique ne sont pas riches en énergie.
- 4 Non, **amphipathiques** (ou amphiphiles)...
- 5 Oui, le groupement phosphoalcool formant la tête polaire, donc hydrophile, de ces lipides amphipathiques.
- 6 Oui : ils contiennent un groupement phosphate.
- 7 Oui.

6. Les différents lipides (3)



coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

bolisme des acides gras) est brûlé dans le cycle de l'acide citrique quand l'organisme est " en panne " de glucose.

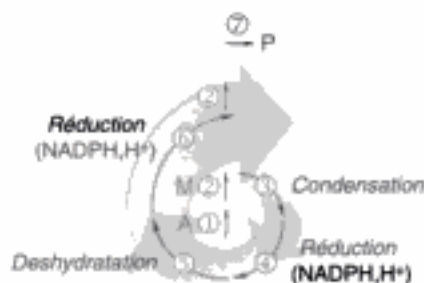
○ 4 Non, il l'est grâce à la navette du citrate (en présence d'ATP).

● 5 Oui. Il existe une réaction mineure : l'oxydation de l'isocitrate en α -cétooglutarate par l'isocitrate déshydrogénase cytosolique.

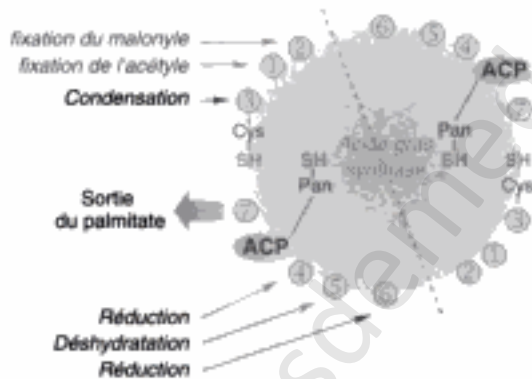
7. La synthèse des acides gras (2)

● 1 Oui. Le groupement prosthétique phosphopantéthéine (Pan) de l'acyl carrier protein (ACP) fournit l'un des 2 thiols du complexe, l'autre étant porté par l'enzyme ②.

● 2 Oui. Les 5 enzymes fonctionnant dans le cadre d'une séquence récurrente catalysent respectivement les réactions ② (introduction du groupement malonyle (M) qui est la forme activée du groupement acétyle par l'acétyl-CoA carboxylase, ③, ④, ⑤ et ⑥. La première réaction ① introduit le groupement acétyle (A), la dernière réaction ⑦ libère le palmitate (P) du complexe.



● 3 Oui.

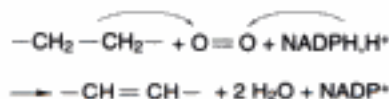


○ 4 Non, par son extrémité carboxylique.

● 5 Oui.

8. La synthèse des acides gras (3)

● 1 Oui. Les désaturases sont des mono-oxygénases fonctionnant en présence d'O₂ et de NADPH, H⁺ :

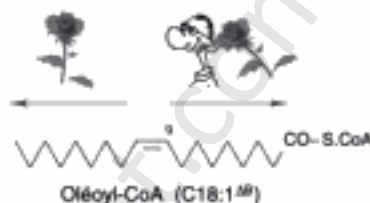


● 2 Oui. $\Delta 9$, c'est-à-dire en position 9 par rapport au carbone carboxylique 1.

○ 3 Non, farceur.

● 4 Oui.

○ 5 Non. Chez les végétaux, elles peuvent être introduites à gauche et à droite de la $\Delta 9$.



9. Cycle de Lardy (cycle du pyruvate-malate)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
5	4	8	7	6

Le cycle de Lardy couple, via l'oxaloacétate, la sortie de l'acétyl-CoA hors de la mitochondrie sous forme de citrate à la réduction du NADP au dépens du NAD réduit d'origine glycolytique.

10. La régulation du métabolisme des acides gras dans le tissu adipeux (Voir page 49)

14 LE METABOLISME DES CORPS CETONIQUES

(→ QUESTIONS page 28)

1. Qu'est-ce ?

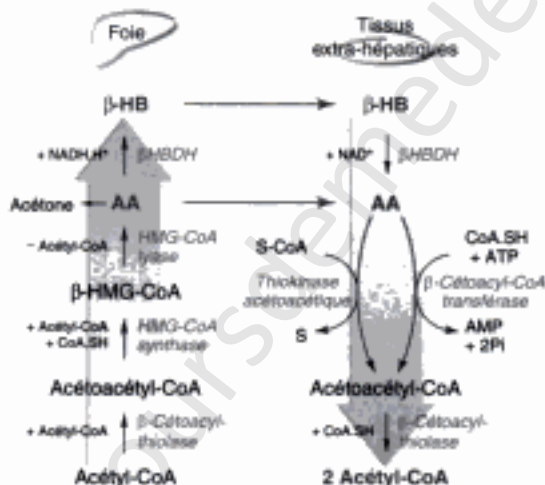
(a) (b) (c)
1 4 2

2. Pourquoi, où et quand ?

- 1 Oui, mais pas à partir de l'acétyl-CoA d'origine glycolytique, puisque les corps cétoniques pallient le manque de glucose.
- 2 Oui.
- 3 Non. La **cétogenèse** est strictement **hépatique**, mais la **cétolyse** est **extra-hépatique**.
- 4 Non. Elle a lieu aussi dans certaines circonstances pathologiques où les cellules glucodépendantes sont " en panne " de glucose (diabète sucré non équilibré).
- 5 Non : ils ne peuvent l'être par les globules rouges qui sont dépourvus de mitochondries.

3. Comment ?

- 1 Non.
- 2 Oui.
- 3 Oui.
- 4 Oui.



- 5 Non. Le β HMG-CoA mitochondrial est un intermédiaire de la synthèse du cholestérol, tandis que le β HMG-CoA cytosolique est un intermédiaire de la cétogenèse.

4. La régulation de la cétogenèse (Voir page 50)

14. LE METABOLISME DES CORPS CETONIQUES
15. LE METABOLISME DES TRIGLYCERIDES

15 LE METABOLISME DES TRIGLYCERIDES

(→ QUESTIONS page 28)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

- 1 Oui, plus de 90 % des graisses alimentaires, soit environ 1 g par kg de poids corporel et par jour.
- 2 Non. Les **triglycérides**, **hydrophobes**, sont incorporés dans les **lipoprotéines**, structures macromoléculaires **hydrosolubles**.
- 3 Non. Le métabolisme des triglycérides (TG) a lieu principalement dans l'**intestin**, lieu de **production des TG exogènes**, dans le **tissu adipeux**, lieu de **stockage des TG** et de **distribution des acides gras**, dans les **muscles** et le **myocarde**, lieu de **consommation des acides gras**, et dans le **foie**, lieu de **production des TG endogènes**.
- 4 Oui.
- 5 Oui : 9 kcal *versus* 4 kcal.

2. Transport plasmatique des triglycérides

(a) (b) (c)
1 2 3

Intestin : les acides gras (AG) d'origine alimentaire (issus de l'hydrolyse des lipides) sont incorporés sous forme de **TG** dans les **chylomicrons** (CM) à destination du lieu de stockage, le tissu adipeux, et des lieux de consommation, les muscles et le myocarde.

Tissu adipeux : les AG provenant de l'hydrolyse des TG des **CM** intestinaux et des **VLDL** hépatiques sont stockés sous forme de TG (lipogenèse) ; les AG provenant de l'hydrolyse des TG adipocytaires (lipolyse) sont redistribués à destination des muscles et du myocarde.

Muscles et myocarde : les AG provenant de l'hydrolyse des TG des **CM** intestinaux et des **VLDL** hépatiques sont consommés comme substrats énergétiques ou stockés sous forme de TG.

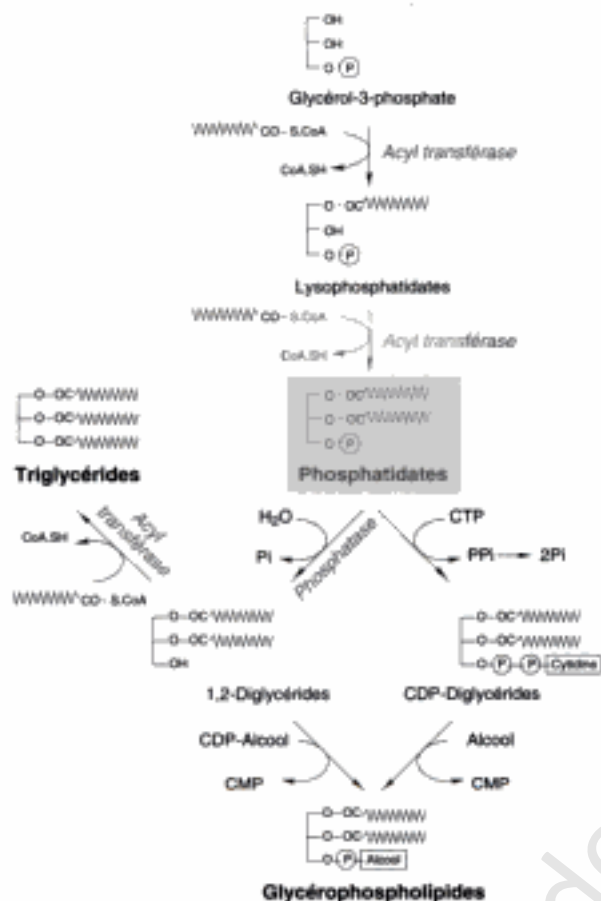
Foie : les AG non utilisés ou provenant du catabolisme des TG des **lipoprotéines résiduelles** des CM (**remnants**) et des **VLDL** (**IDL** et **LDL**) sont remis en circulation sous forme de TG incorporés dans les **VLDL** à destination du tissu adipeux, des muscles et du myocarde.

3. La synthèse (1)

- 1 Oui.
- 2 Non. La synthèse des TG requiert l'activation préalable du glycérol sous la forme de 2-monoglycéride (dans l'entérocyte) ou de glycérol-3-phosphate (dans le tissu adipeux, les muscles et le myocarde, et le foie).

● 3 Oui. La *glycérol kinase*, exclusivement hépatique, phosphoryle le glycérol, que son origine soit intra- ou extra-hépatique.

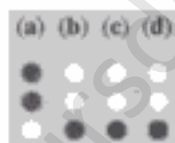
● 4 Oui.



● 5 Oui. Ainsi la *triglycéride synthase* adipocytaire comprend 3 *acyl transférases* et une *phosphatase*.

○ 6 Non, c'est la *triglycéride lipase* qui est hormonosensible.

4. La synthèse (2)



5. Le catabolisme



6. La régulation du métabolisme des triglycérides dans le tissu adipeux (Voir page 51)

16 LE METABOLISME DES PHOSPHOLIPIDES

(→ QUESTIONS page 29)

1. Qu'est-ce ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
2	1	6	4	3	5	1

2. Pourquoi ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
4	9	5	6	7	1	4	2	8

3. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
6	5	2	4	3	1	4

4. Comment ? (2)

○ 1 Non. Le **phosphatide** est précurseur des **glycérophospholipides** (et des **triglycérides**).

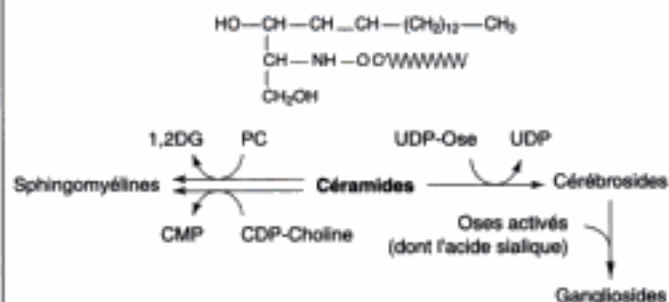
● 2 Oui.

● 3 Oui.

○ 4 Non. Mais elle peut l'être par triméthylation de la phosphatidyléthanolamine, la *S*-adénosylméthionine étant le donneur de groupement méthyle.

● 5 Oui : la **sérine** et le **palmitoyl-CoA**.

● 6 Oui.



5. Comment ? (3)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	3	2	4	5

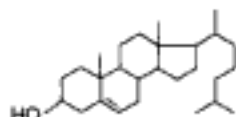
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	1	1	3	8
6	5	6	7	2

17 LE METABOLISME DU CHOLESTEROL

(→ QUESTIONS page 31)

1. Qu'est-ce ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
3	2	2	4	4	1



2. Pourquoi et où ?

- ☐ 1 Non. Les besoins de l'organisme en cholestérol sont couverts par l'alimentation (0,2 g / 24 h) et surtout par la **synthèse endogène** (1 g / 24 h).
- ☐ 2 Non. La synthèse endogène du cholestérol a lieu dans le **foie** (les 4/5), dans l'intestin (le 1/5) et un peu dans la peau.
- ☒ 3 Oui. Les 4/5 du cholestérol, transporté par les lipoprotéines plasmatiques, sont sous forme estérifiée.
- ☐ 4 Non. Chez les végétaux, d'autres stéroïdes (stigmastérol, β -sitostérol) jouent ce rôle.
- ☒ 5 Oui.

3. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	5	6	4	3	2

4. Comment ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)
3	2	1	4

(a)	(b)	(c)	(d)
2	4	4	1
3			

5. Comment ? (3)

- ☐ 1 Non. La transformation du cholestérol en acides biliaires a lieu dans le **foie**.
- ☒ 2 Oui. La conjugaison des **acides biliaires** (acides cholique et chénodésoxycholique) avec le **glycocolle** (les 3/4) ou la **taurine** (le 1/4) augmente leur hydrosolubilité, condition de leur élimination dans la bile.

☐ 3 Non. Une partie du cholestérol est éliminée telle quelle dans la bile.

☐ 4 Non. Cette transformation résulte de l'action d'une **7 α -déshydroxylase** bactérienne. C'est une **déconjugase** bactérienne qui déconjugue les acides biliaires conjugués.

☒ 5 Oui.

☒ 6 Oui.

6. La régulation de la synthèse du cholestérol (Voir page 52)

18 LE METABOLISME DES LIPOPROTEINES

(→ QUESTIONS page 32)

1. Qui suis-je ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
8	5	10	9	7	6	2	1	4	3

2. Le métabolisme des CM

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
5	1	3	2	6	4

3. Le métabolisme des VLDL et LDL

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
7	2	5	3	4	8	6	1

4. Le métabolisme des HDL

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
7	4	2	3	5	1	6

19 LE CYCLE DE L'ACIDE CITRIQUE

(→ QUESTIONS page 34)

1. Qu'est-ce ?

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
1	4	6	9	11

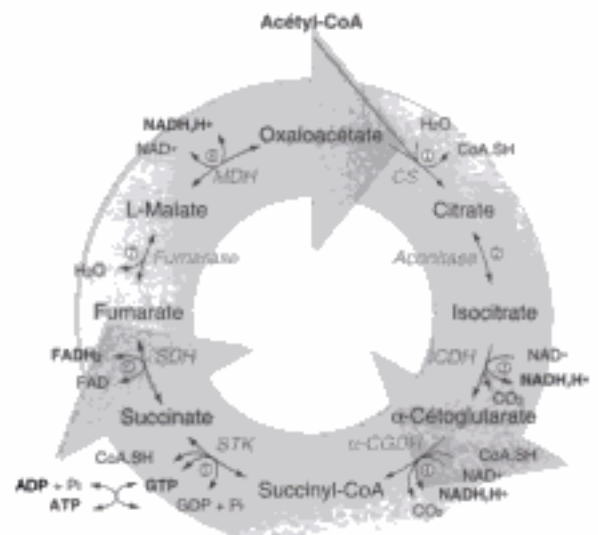
2. Pourquoi, où et quand ? (1)

- ☐ 1 Non. Le cycle de l'acide citrique est **absent des cellules dépourvues de mitochondries** (globules rouges par exemple).
- ☐ 2 Non. La glycolyse aussi permet d'obtenir directement de l'énergie sous forme d'ATP.
- ☒ 3 Oui.
- ☐ 4 Non, il est dit **amphibolique**.
- ☐ 5 Non. Trois produisent du NADH_2H^+ et une du FADH_2 . La réoxydation des coenzymes par la chaîne respiratoire couplée aux oxydations phosphorylantes produit de l'ATP.

3. Pourquoi, où et quand ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
●	○	●	●	○	●

4. Comment ? (1)



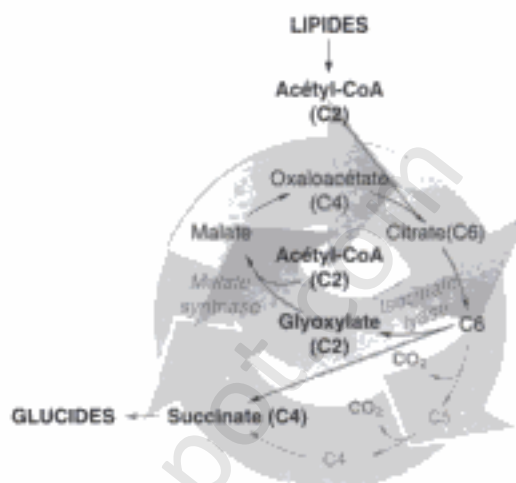
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
6	1	4	2	8	7	3	5

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
2	1	5	6	4	8	3	7

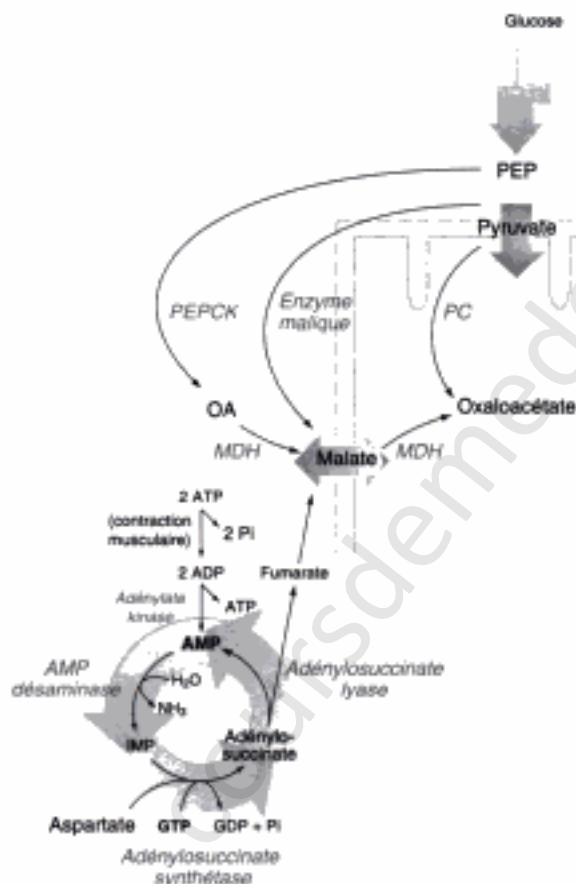
5. Comment ? (2)

- 1 Non. Les 2 atomes de carbone éliminés sous forme de CO_2 ne sont pas ceux du groupement acétyle qui vient d'entrer dans le cycle, mais les atomes de carbone carboxyliques de l'oxaloacétate qui s'est condensé à ce groupement acétyle. Les 2 atomes de carbone de ce dernier seront éliminés au cours des tours de cycle suivants.
- 2 Oui. Par ailleurs, dans le foie, la voie anaplerotique catalysée par l'enzyme malique est mineure.
- 3 Non. Dans les muscles, la voie anaplerotique catalysée par la phosphoenolpyruvate carboxykinase est mineure. La voie majeure est le cycle des nucléotides puriques.

● 5 Oui.



6. La régulation du cycle de l'acide citrique (Voir page 53)



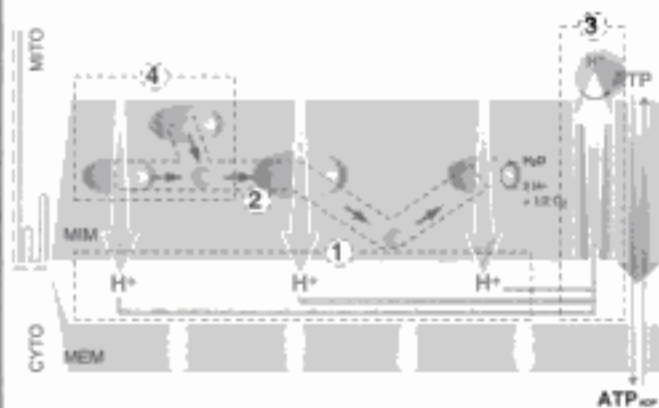
- 4 Non. Le cycle du glyoxylate a lieu chez les végétaux dans les glyoxysomes. En court-circuitant les 2 réactions de décarboxylation de l'acide isocitrique, il fait, de deux C2, un C4, le succinate, qui rejoint la néoglucogenèse.

20 LA CHAÎNE RESPIRATOIRE ET LES OXYDATIONS PHOSPHORYLANTES

(→ QUESTIONS page 35)

1. Qu'est-ce ?

4 2 1 3



2. Comment ? (1)

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)
6 7 2 5 3 4 1

3. Comment ? (2)

(a) (b) (c) (d)
4 2 1 3
5

4. Comment ? (3)

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i)
4 3 1 2 5 8 9 7 6

Les complexes I, III et IV sont des "pompes à protons" : leur ΔE° a une valeur suffisante (supérieure à + 0,20 V, ce qui correspond à une $\Delta G^{\circ} = -nF\Delta E^{\circ}$ supérieure à - 40 kJ.mol⁻¹) pour fournir l'énergie nécessaire au pompage des protons de la face matricielle vers la face cytosolique de la membrane interne. Le complexe II, de moindre ΔE° , ne peut pomper de protons. Par conséquent, la réoxydation du FADH₂, dont les équivalents réducteurs entrent dans la chaîne respiratoire en aval de la première pompe à protons, le complexe I, produit moins d'ATP que celle du NADH.H⁺.

21 LA PHOTOSYNTHESE (phase lumineuse)

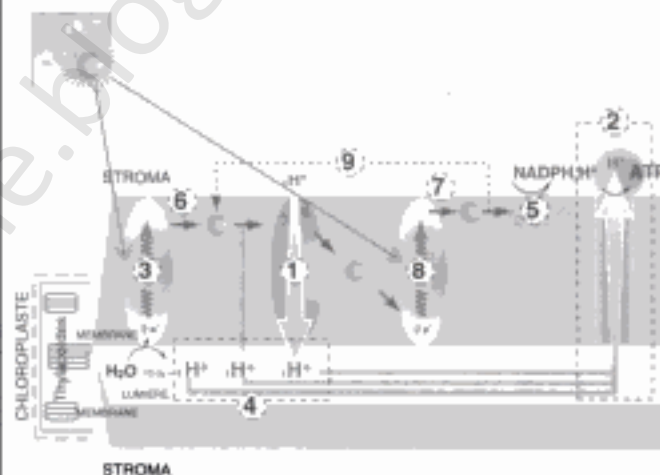
(→ QUESTIONS page 37)

1. Qu'est-ce ?

(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)
6 8 2 7 5 3 4 1

2. Comment ? (1)

3 6 1 8 7 5 9 4 2



3. comment ? (2)

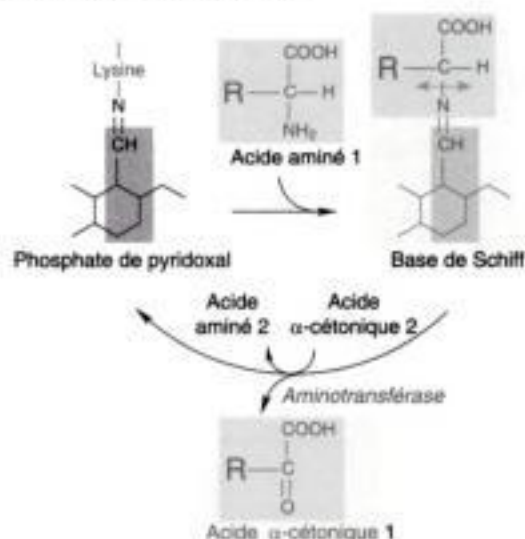
(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h)
2 8 4 6 5 1 3 7

Lors des phosphorylations chloroplastiques, les électrons sont transférés du couple fortement oxydant O₂/H₂O ($E^{\circ} = + 0,82$ V) au couple fortement réducteur NADP⁺/NADPH.H⁺ ($E^{\circ} = - 0,32$ V). Ce mouvement n'est qu'apparemment à contre-courant redox : deux "pompes de relevage à énergie solaire" (les photosystèmes) hissent les électrons à la hauteur énergétique qui leur permet ensuite de descendre le courant redox ; l'énergie libérée est récupérée sous forme d'ATP et de NADPH.H⁺.

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

○ 3 Non, phosphate de pyridoxal !



○ 4 Non. La glutamate déshydrogénase admet indifféremment comme coenzyme le NAD ou le NADP.

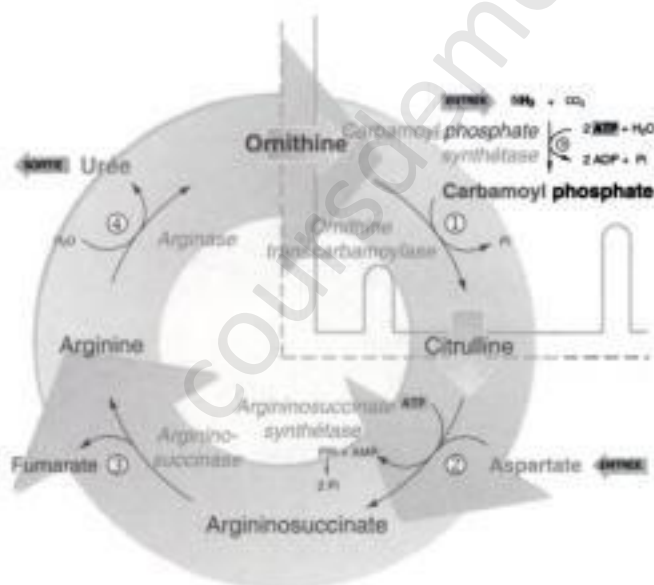
● 5 Oui.

4. Comment ? (3)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
6	4	5	1	3	2

5. Cycle de l'ornithine

(a)	(b)	(c)	(d)
5	2	1	7
6	8		



24 LE CATABOLISME DU RADICAL CARBONE DES ACIDES AMINÉS

(→ QUESTIONS page 40)

1. Qu'est-ce, pourquoi, où et quand ?

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- 1 Non. Le catabolisme du radical carboné des acides aminés a lieu surtout dans le foie et un peu dans les muscles et les reins.
- 2 Non. Ces acides aminés sont cétoformateurs, ou bien pur (la leucine), ou bien mixtes, c'est-à-dire gluco- et cétoformateurs (les 5 autres).
- 3 Oui. Le radical carboné se scinde au cours du catabolisme en deux parties, l'une rejoignant la néoglucogénèse, l'autre la cétogénèse.
- 4 Oui, soit directement via l'acétyl-CoA, soit indirectement via la néoglucogénèse ou la cétogénèse.
- 5 Oui. Tous les acides aminés (AA) peuvent être transformés en acides gras, car tous sont finalement dégradables en acétyl-CoA : les AA cétoformateurs via les corps cétoniques ; les AA glucoformateurs dont la catabolisme rejoint le pyruvate via la décarboxylation oxydative de ce dernier ; les AA glucoformateurs dont la catabolisme rejoint un intermédiaire du cycle de l'acide citrique (cet intermédiaire quitte le cycle sous forme de malate qui, après un détour cytosolique, rentre dans la mitochondrie sous forme de pyruvate que la pyruvate déshydrogénase transforme en acétyl-CoA) (Cf. Figure de la question 2).

2. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
1	3	2	2	1	3	3	1	3	4
(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
7	4	5	3	1	1	1	5	4	(et 4)

Remarques : la thréonine a 2 entrées " glucoformateur " : le pyruvate (1) et le succinyl-CoA (4) ; L'entrée " glucoformateur " de la lysine est mal identifiée.

3. Comment ? (2)

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?

- 1 Oui. Cet intermédiaire est le β-hydroxy-β-méthylglutaryl-CoA. Le catabolisme des autres acides aminés cétoformateurs rejoint les autres intermédiaires de la cétogénèse :

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

27 LE METABOLISME DES NUCLEOTIDES

(→ QUESTIONS page 42)

1. Qu'est-ce ? (1)

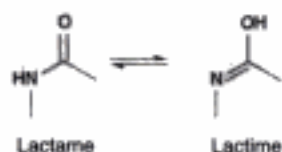
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
6	3	7	5	8	1	4	2

2. Qu'est-ce ? (2)

● 1 Oui.

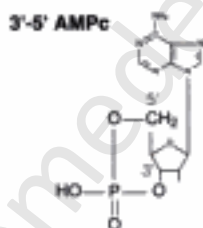
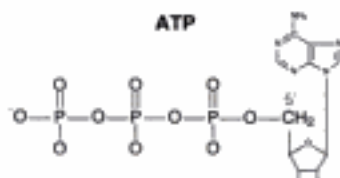
● 2 Oui.

○ 3 Non, configuration anomérique β .



● 4 Oui.

○ 5 Non, 4 charges négatives.



3. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)
4	2	1	4

4. Comment ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
4	3	6	4	2	1	6	4

5. Comment ? (3)

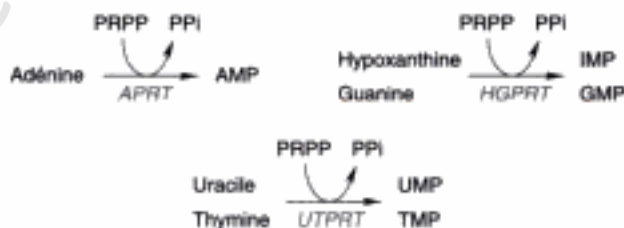
○ 1 Non. Le cycle purine est assemblé "en place", sur le ribose-5-phosphate même, pour former, en 9 réactions, le premier nucléotide purique, l'inosine monophosphate (IMP) ou inosinate (dont la base est l'hypoxanthine), à partir duquel sont synthétisés tous les nucléotides puriques.

● 2 Oui. Le cycle pyrimidine est assemblé "à part", puis uni au ribose-5-phosphate pour former le premier nucléotide pyrimidique, l'orotidine monophosphate (OMP) ou orodidylate (dont la base est l'orotate), à partir duquel sont synthétisés tous les nucléotides pyrimidiques.

● 3 Oui.

● 4 Oui.

○ 5 Non. La synthèse *de novo* des nucléotides puriques étant énergétiquement onéreuse (7 molécules d'ATP consommées par molécule d'AMP produite), une grande partie des bases puriques formées au cours du catabolisme des nucléotides est récupérée pour synthétiser de nouveaux nucléotides. Celle des nucléotides pyrimidiques étant moins coûteuse (3 molécules d'ATP consommées par molécule d'UMP produite), la récupération des bases pyrimidiques pour synthétiser de nouveaux nucléotides n'est pas impérative mais est néanmoins possible. (PRT : phosphoribosyltransférase.)



6. Comment ? (4)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)
2	4	4	1	5	6	4	5	3	6

7. Comment ? (5)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
5	3	4	3	6

8. Régulation de la synthèse des nucléotides (Voir page 54)

28 LE METABOLISME DE L'HEME

(→ QUESTIONS page 44)

1. Qu'est-ce ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
8	3	9	5	2

2. Qu'est-ce ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1	2	1	2	1	3	3	1

3. Comment ? (1)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
2	2	1	1	2

4. Comment ? (2)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
1	3	6	2	5	4

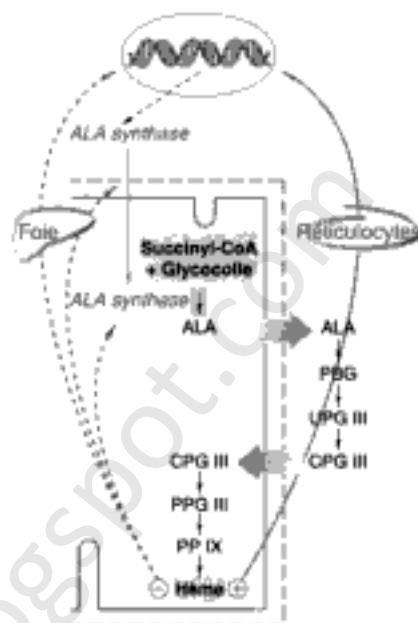
5. Comment ? (3)

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
4	5	3	1	2	9	7	8	6

6. Comment ? (3)

○ 1 Non.

- 2 Oui. Le but de la **régulation** de la synthèse de l'hème est différent dans le foie et dans les réticulocytes. Dans le **foie**, l'offre en hème doit être adaptée à la demande cellulaire (synthèse des cytochromes principalement) ; la synthèse est **fonction** : 1) de la **vitesse de la réaction limitante**, catalysée par l'**ALA synthase** dont l'hème est **inhibiteur allostérique** (ce mécanisme est mineur) ; 2) du **transport de l'ALA synthase** de son site cytosolique de synthèse vers son site mitochondrial d'action ; 3) de la **synthèse de l'ALA synthase** dont l'hème est un **répresseur**. Dans les **réticulocytes**, l'hème doit être synthétisé en grande quantité pour assurer la synthèse de l'hémoglobine ; sa synthèse est **fonction de la synthèse des enzymes de la voie** dont l'hème est un **inducteur**.



● 3 Oui.

○ 4 Non, la bilirubine est conjuguée à l'acide glucuronique pour former les **mono- et diglucuronides de bilirubine**.

● 5 Oui.

● 6 Oui (**β -glucuronidases**).

● 7 Oui. Le stercobilinogène éliminé dans les fèces s'oxyde en stercobiline de couleur brune.

29 REGULATIONS METABOLIQUES

(→ QUESTIONS page 46)

1. La régulation du métabolisme du glycogène musculaire



LE BUT. 1) En période post-prandiale, stocker le glucose sous forme de glycogène ; 2) en période d'activité musculaire, " déstocker " le glucose pour l'utiliser sur place à la production d'énergie.

LES MOYENS. La réaction limitante de la glycogénolyse est la réaction catalysée par la *glycogène phosphorylase*, celle de la glycogénogenèse est la réaction catalysée par la *glycogène synthase*.

La glycogène phosphorylase

Contrôle par modification covalente

La **phosphorylation** (activation) de la *glycogène phosphorylase* est catalysée par une *glycogène phosphorylase kinase*. Cette dernière est elle-même soumise à un contrôle par modification covalente : la **phosphorylation** (activation) de la *glycogène phosphorylase kinase* est catalysée par une *protéine kinase AMPc-dépendante* (PKA), dont l'activité est sous contrôle hormonal, l'AMPc étant le second messager de l'adrénaline, activateur de l'adénylate cyclase (AC). En outre, le Ca^{++} , libéré par l'influx nerveux, favorise l'activation de la *glycogène phosphorylase*, en activant la *glycogène phosphorylase kinase a*. La **déphosphorylation** (inactivation) de la *glycogène phosphorylase* et de la *glycogène phosphorylase kinase* est catalysée par la *protéine phosphatase-1* (PP-1). Cet enzyme est : 1) inhibé par l'inhibiteur I de *protéine phosphatase* qui est activé par la PKA ; 2) inactivé par la PKA (non montré sur la figure) ; 3) stimulée par l'insuline. ⇒ En période d'activité musculaire, l'adrénaline accélère la glycogénolyse.

Contrôle allostérique

L'AMP est activateur, en tant que catabolite témoin de la consommation d'ATP : il se lie à la forme *b*, peu active, favorisant un état plus actif (mais sans passage de *b* en *a*). L'ATP et le glucose-6-phosphate (G6P) sont inhibiteurs : ils se lient à la forme *b*, stabilisant son état peu actif. ⇒ En période d'activité musculaire, l'augmentation du rapport AMP/ATP déclenche la glycogénolyse.

La glycogène synthase

Contrôle par modification covalente

La **phosphorylation** (inactivation) est catalysée par une PKA dont l'activité est sous contrôle de l'adrénaline. ⇒ En période d'activité musculaire, l'adrénaline freine la glycogénogenèse. La **déphosphorylation** (activation) est catalysée par la *PP-1*, stimulée par l'insuline.

Contrôle allostérique

Le G6P, issu du glucose dont l'entrée dans la cellule est stimulée par l'insuline, est activateur : il se lie à la forme *b*, peu active, favorisant un état plus actif (mais sans passage de *b* en *a*). ⇒ En période post-prandiale, l'offre en glucose à la cellule, stimulée par l'insuline, accélère la glycogénogenèse.

Remarques. Dans le foie, le même schéma est applicable, à deux différences d'importance près : 1) le glucagon intervient dans le foie et pas dans les muscles ; 2) le glucose est un inhibiteur allostérique dans le foie tandis que le G6P l'est dans les muscles.

2. La régulation de la glycolyse musculaire



LE BUT. Adapter la vitesse de la glycolyse aux besoins cellulaires en ATP.

LES MOYENS. La glycolyse est fonction : 1) de la disponibilité cellulaire en glucose, qui dépend de la glycémie et du transport du glucose à travers la membrane cellulaire grâce à des transporteurs spécifiques (GLUT4 insulino-dépendant) ; 2) de la vitesse des 3 réactions limitantes catalysées respectivement par l'*hexokinase* (ou la *glucokinase* dans le foie), la *phosphofructokinase-1* et la *pyruvate kinase*. Doit être aussi prise en compte la réaction Pyruvate → Acétyl-CoA, catalysée par la *pyruvate déshydrogénase*, en tant que réaction charnière entre la glycolyse et le cycle de l'acide citrique.

L'hexokinase (HK)

Elle est soumise à un contrôle allostérique par le glucose-6-phosphate (G6P) inhibiteur. (Dans le foie, la *glucokinase* échappe à tout contrôle allostérique.)

La phosphofructokinase-1 (PFK1)

Elle est soumise à un contrôle allostérique :

- Le fructose-2,6-bisphosphate (F2,6BP) est activateur. Ce dernier provient (comme le fructose-1,6-bisphosphate) du fructose-6-phosphate (F6P). C'est le même enzyme qui porte l'activité *phosphofructokinase-2* (PFK2) et l'activité *fructose-2,6-*

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

4. La régulation de la synthèse des acides gras dans le tissu adipeux



LE BUT. Stocker sous forme lipidique l'énergie des glucides en excès, une fois les besoins de l'organisme satisfaits.

LES MOYENS. La synthèse des acides gras est fonction de la disponibilité en substrats d'origine glucidique et de l'activité de l'*acétyl-CoA carboxylase* qui catalyse la réaction limitante.

Disponibilité en substrats d'origine glucidique

Ce sont : 1) l'*acétyl-CoA* issu du pyruvate d'origine glycolytique ; 2) l'*ATP* produit par l'oxydation de l'*acétyl-CoA* d'origine glucidique dans le cycle de l'acide citrique ; 3) le *NADPH,H⁺* provenant, pour moitié, de la voie des pentoses phosphate. Cette disponibilité est sous le contrôle de l'insuline, hormone de l'état post-prandial, qui facilite la pénétration du glucose dans l'adipocyte (le transporteur GLUT4 est insulino-dépendant) et accélère la glycolyse.

L'*acétyl-CoA carboxylase*

Elle est soumise à un double contrôle complexe, covalent par phosphorylation et déphosphorylation, et non covalent par allostérie : sont activateurs le citrate et l'insuline, et sont inhibiteurs le palmitoyl-CoA, le glucagon et l'adrénaline.

⇒ Ainsi, en période post-prandiale, la synthèse des acides gras est déclenchée par :

- la charge glucidique : d'une part elle fournit les substrats de la synthèse, d'autre part l'excès d'*ATP*, inhibiteur de l'*isocitrate déshydrogénase* qui catalyse la 3^{ème} réaction du cycle de l'acide citrique, entraîne (en amont de cette réaction) une accumulation de citrate dans la mitochondrie puis dans le cytosol. Le citrate, d'une part, inhibe la *phosphofructokinase 1* (ainsi que l'*ATP*), ce qui dévie le glucose-6-phosphate vers la voie des pentoses phosphate, productrice de *NADPH,H⁺*, et, d'autre part, active l'*acétyl-CoA carboxylase*, ce qui met en marche la synthèse des acides gras ;
- et l'insuline.

Par ailleurs, l'augmentation de la concentration de malonyl-CoA, inhibiteur de la *carnitine acyl-transférase 1*, freine l'entrée des acyl-CoA dans la mitochondrie : la synthèse des acides gras s'oppose à leur β -oxydation. Ces acyl-CoA sont dirigés vers la synthèse des triglycérides.

⇒ En période de jeûne ou en situation d'activité physique, la synthèse des acides gras est arrêtée par :

- la chute de la disponibilité en glucose : ni le citrate, ni l'insuline ne peuvent plus activer l'*acétyl-CoA carboxylase* ;

- et par le glucagon ou l'adrénaline.

Par ailleurs, la diminution de la concentration en malonyl-CoA, inhibiteur de la *carnitine acyl-transférase 1*, accélère l'entrée des acyl-CoA dans la mitochondrie pour y être β -oxydés.

5. La régulation de la cétogenèse



LE BUT. Lorsque l'apport glucidique aux cellules est insuffisant, préserver le glucose nécessaire aux tissus gluco-dépendants en proposant aux autres tissus les corps cétoniques d'origine lipidique.

LES MOYENS. La cétogenèse est dépendante de la disponibilité mitochondriale en *acétyl-CoA* et en oxaloacétate

L'*acétyl-CoA*

Le défaut d'insuline (primaire dans le diabète sucré ou, lors du jeûne, secondaire à la privation glucidique) et l'augmentation de la sécrétion de glucagon (lors du jeûne) accélèrent la lipolyse dans le tissu adipeux. Les acides gras libérés sont captés par les tissus consommateurs en tant que substrats énergétiques et par le foie en tant que précurseurs des corps cétoniques : l'*acétyl-CoA carboxylase*, enzyme-clé de la synthèse des acides gras, est inhibée par les acyl-CoA et par la diminution du rapport insuline/glucagon ; la diminution du taux de malonyl-CoA qui s'ensuit lève l'inhibition que ce dernier exerce sur la *carnitine acyl-transférase 1* : l'entrée des acyl-CoA dans la mitochondrie est accélérée, où ils sont β -oxydés en *acétyl-CoA*.

L'oxaloacétate (OA)

Lorsque l'apport glucidique est insuffisant :

- le taux d'oxaloacétate issu du pyruvate d'origine glucidique baisse, ce qui freine l'entrée de l'*acétyl-CoA* dans le cycle de l'acide citrique ;
- l'oxaloacétate issu du pyruvate provenant de substrats de la néoglucogenèse tels que le lactate, l'alanine et certains acides aminés glucoformateurs est entièrement dirigé vers la néoglucogenèse via la séquence Pyruvate \rightarrow OA_{mito} \rightarrow Malate \rightarrow OA_{cyto} \rightarrow PEP : d'une part l'activité de la *pyruvate déshydrogénase* (PDH) est diminuée par l'*acétyl-CoA*, le *NADH,H⁺* et l'*ATP* produits par la β -oxydation, tandis que la *pyruvate carboxylase* (PC) activée par l'*acétyl-CoA* ; d'autre part, la réaction OA \rightarrow Malate est favorisée par le *NADH,H⁺*.

L'*acétyl-CoA*, issu de la β -oxydation, s'engouffre dans la cétogenèse. En outre, la production et l'exportation des corps cétoniques libèrent le coenzyme A, permettant une β -oxydation continue des acides gras.

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

La pyruvate déshydrogénase

L'activité de la *pyruvate déshydrogénase* est :

- fonction de la **disponibilité en coenzyme NAD⁺ et coenzyme A** (leur régénération par le cycle de l'acide citrique entretient cette réaction) qui sont en compétition avec les produits inhibiteurs que sont le NADH, H⁺ et l'acétyl-CoA ;
- soumise à un contrôle par modification covalente : la **phosphorylation (inactivation)** est catalysée par la *pyruvate déshydrogénase kinase* (PDH K_{ase}), soumise à un contrôle allostérique : est inhibiteur le **pyruvate**, en tant que témoin de l'activité de la glycolyse, et sont **activateurs** l'ATP, le NADH, H⁺ et l'acétyl-CoA en tant que témoins de l'activité de la β -oxydation des acides gras ; la **déphosphorylation (activation)** est catalysée par la *pyruvate déshydrogénase phosphatase* (PDH P_{ase}), activée dans les **muscles** par le Ca²⁺ et dans le **tissu adipeux** par l'insuline.

Les citrate synthase, isocitrate déshydrogénase et α -cétooglutarate déshydrogénase

Les activités des *citrate synthase*, *isocitrate déshydrogénase* et *α -cétooglutarate déshydrogénase* sont :

- fonction de la **disponibilité en substrats** : acétyl-CoA pour la *citrate synthase* et NAD⁺ pour les 2 *déshydrogénases* ;
- **inhibés par leurs produits** : *citrate synthase* par le citrate, *α -cétooglutarate déshydrogénase* par le succinyl-CoA (par ailleurs, le succinyl-CoA est inhibiteur allostérique de la *citrate synthase*) ;
- soumis à un contrôle allostérique : sont **inhibiteurs** l'ATP et le NADH, H⁺.

En outre, l'ADP est activateur allostérique de l' *α -cétooglutarate déshydrogénase* (non montré sur la figure).

⇒ Ainsi, le cycle de l'acide citrique est accéléré lorsque les **besoins énergétiques cellulaires sont insatisfaits**, ce dont témoignent l'**augmentation des rapports NAD⁺/NADH, H⁺, ADP/ATP et CoA/acétyl-CoA** ; il est freiné lorsque ces besoins sont **satisfaits**, ce dont témoigne la **diminution de ces rapports**.

Par ailleurs, le citrate est un inhibiteur de la *phosphofructokinase-1* (PFK-1) qui régule la glycolyse et un activateur de l'*acétyl-CoA carboxylase* qui régule la synthèse des acides gras.

9. La régulation de la synthèse des nucléotides

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)
+	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Nucléotides pyrimidiques

La **synthèse de novo** des nucléotides pyrimidiques est fonction :

- 1) de la **disponibilité en 5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate**

(PRPP), substrat commun aux voies pyrimidiques et puriques, qui, elle-même, dépend de l'activité de la *5-phosphoribosyl-1-pyrophosphate synthétase* (PRPP synthétase), inhibée par les nucléotides puriques ; 2) de la **vitesse de la réaction limitante** : chez l'Homme et les animaux, c'est la réaction catalysée par la *carbamoyl phosphate synthétase* (CPS), soumise à un contrôle allostérique par l'UMP et l'UDP, inhibiteurs, et l'ATP et le PRPP, activateurs.

Nucléotides puriques

La **synthèse de novo** globale des nucléotides puriques est fonction : 1) En amont de l'IMP, de la **vitesse des 2 réactions limitantes** : la réaction catalysée par la *PRPP synthétase* qui est soumise à un contrôle allostérique, tous les **nucléotides puriques** étant **inhibiteurs**, et la réaction d'engagement du PRPP dans la voie purique, catalysée par la *glutamine PRPP amidotransférase* (GPAT) qui est régulée par l'ADP et le GDP, **inhibiteurs** compétitifs, et par le PRPP, **activateur**. (Ainsi, l'accumulation de nucléotides puriques freine leur synthèse.) 2) En aval de l'IMP, de la **vitesse des réactions catalysées par l'adénylosuccinate synthétase** (IMP → AMP) et l'*IMP déshydrogénase* (IMP → XMP), dont l'AMP et le XMP sont les **inhibiteurs compétitifs** respectifs. (Ainsi, l'accumulation de l'un des 2 nucléotides puriques freine sa synthèse sans modifier celle de l'autre.) L'équilibre de la **synthèse des 2 nucléotides puriques** est atteint par **régulation réciproque** : l'ATP est nécessaire à la réaction XMP → GMP, le GTP à la réaction IMP → AMP.

Désoxyribonucléotides

La **synthèse des 4 dNTP** est soumise à une **double** contrôle allostérique de la *ribonucléotide réductase* :

- **régulation de l'activité globale** (non montrée sur la figure) : les 2 effecteurs sont l'ATP et le dATP qui se lient à un **1^{er} site allostérique** de l'enzyme, site de régulation de l'activité globale : l'ATP, dont le haut niveau cellulaire témoigne d'un statut énergétique favorable à la division cellulaire, est **activateur** ; le dATP, dont le haut niveau témoigne de la fin de l'utilisation des dNTP (arrêt de la synthèse d'ADN), est **inhibiteur** ;
- **régulation de la spécificité de substrat** : les 3 effecteurs sont l'ATP, le dTTP et le dGTP qui se lient à un **2^{ème} site allostérique**, site de régulation de la spécificité de substrat : l'ATP favorise l'utilisation comme substrats par l'enzyme des UDP et CDP ; le dTTP, originaire de l'UDP, favorise celle du GDP ; le dGTP, issu du GDP, favorise celle de l'ADP.

Ainsi, le niveau de **synthèse des 4 dNTP** dans leur ensemble dépend du rapport ATP/dATP, tandis que l'équilibre des synthèses entre les 4 dNTP dépend d'une **régulation croisée** par les nucléotides puriques et pyrimidiques.

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

coursdemedecine.blogspot.com

Hidden page

coursdemedecine.blogspot.com

En bref...

Cet ouvrage propose plus de **150 QCM et questions de révision en biochimie structurale et métabolique** et leurs **réponses commentées et illustrées**. Couvrant les notions essentielles du programme, elles permettent à l'étudiant d'évaluer ses connaissances, d'identifier ses points forts et de combler ses lacunes grâce à des réponses précises, claires et brèves, abondamment illustrées. S'adressant aux étudiants des 1^{er} et 2^e cycles universitaires en médecine, pharmacie et sciences de la vie, cet ouvrage est un outil indispensable pour **préparer et réussir examens et concours**.

<http://coursdemedecine.blogspot.com/>

Christian Moussard, Roger Gibey et Martine Bénédini

Maîtres de conférences de biochimie et biologie moléculaire à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Franche-Comté et praticiens hospitaliers au Centre Hospitalier Universitaire de Besançon.



9 782804 141240

ISSN	1373-0185
BIOQCM1	
ISBN	2-8041-4124-1

Copyrighted material